

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GENETİK MİMARLIK KAVRAMININ
GÜNÜMÜZ MİMARLIK ANLAYIŞLARI İÇİNDEKİ YERİ**

**DOKTORA TEZİ
Zülal Nurdan ERBAŞ KORUR**

**Mimarlık Anabilim Dalı
Mimari Tasarım Programı**

EYLÜL 2012

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GENETİK MİMARLIK KAVRAMININ
GÜNÜMÜZ MİMARLIK ANLAYIŞLARI İÇİNDEKİ YERİ**

**DOKTORA TEZİ
Zülal Nurdan ERBAŞ KORUR
(502032022)**

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Yurdanur DÜLGEROĞLU YÜKSEL

EYLÜL 2012

İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 502032022 numaralı Doktora Öğrencisi **Zülal Nurdan ERBAŞ KORUR** ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**GENETİK MİMARLIK KAVRAMININ GÜNÜMÜZ MİMARLIK ANLAYIŞLARI İÇİNDEKİ YERİ**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Yurdanur**
 DÜLGEROĞLU YÜKSEL

İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Semra AYDINLI**

İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Semih
ERYILDIZ

Toros Üniversitesi

Prof. Dr. Ferhan
YÜREKL

İstanbul Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Sercan
ÖZGENCİL YILDIRIM

Beykent Üniversitesi

Teslim Tarihi : **16 Nisan 2012**

Savunma Tarihi : **21 Eylül 2012**

ÖNSÖZ

Bu çalışmanın başlangıcını, mimarlık alanındaki kişisel deneyim ve düşüncelerim oluşturdu. Elbette ki dolaylı ve dolaysız etkilendiğim pek çok insanın emeği var. Hepsine teşekkür borçluyum. Ancak bazılarının etkisi ve emeği çok büyük...

Tez çalışması boyunca bana yol gösteren Danışmanım Prof. Dr. Yurdanur Dülgeroğlu Yüksel'e bana ve bu teze olan inancını hiçbir zaman kaybetmediği için;

Sadece bu çalışma sırasında değil, her zaman beni önemseyen, destekleyen ve kollayan Prof. Dr. Sercan Özgencil Yıldırım'a bana ilkeli akademik duruşun ne demek olduğunu öğrettiği ve gösterdiği için;

İzleme çalışmaları boyunca doğru soruları sorarak tezin ilerlemesine katkıda bulunan Prof. Dr. Semra Aydınli'ya ve Prof. Dr. Semih Eryıldız'a,

Hep yanımda olduğunu bildiğim aileme,

Bana harika bir çalışma ortamı sunan eşime ve oğluma

Teşekkürlerimi sunmak istiyorum.

Nisan 2012

Zülal Nurdan Erbaş Korur
Mimar

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖNSÖZ	vii
İÇİNDEKİLER	ix
KISALTMALAR	xi
ÇİZELGE LİSTESİ	xiii
ŞEKİL LİSTESİ	xv
ÖZET	vii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Sorunun Tanımlanması	3
1.2 Soruna Yaklaşım ve Yöntem Önerisi	3
1.3 Çözüm Aralığı	6
2. GENETİK MİMARLIĞIN OLUŞUM SÜRECİ VE DİĞER	
DİSİPLİNLERLE İLİŞKİSİ	7
2.1 Genetik Mimarlığın Çerçevesi	7
2.2 Genetik Mimarlık Üzerine Düşünceler	14
2.3 Genetik Mimarlığın Oluşum Sürecindeki Kırılma Noktası	18
2.3.1 İnsan genom projesi	18
2.4 Genetik Mimarlığın Diğer Disiplinlerle İlişkisi	21
2.4.1 Biyoloji ve genetik mimarlık ilişkisi	22
2.4.2 Hesaplamalı bilim ve genetik mimarlık ilişkisi	38
2.5 Genetik Mimarlığın Oluşumunda Etkili Olan Teoriler	43
2.5.1 Dekonstrüktivizm (Peter Eisenman)	43
2.5.2 Evrimsel Mimarlık(John Frazer)	49
3. GENETİK MİMARLIK TEORİLERİ VE TEKNOLOJİLERİ	57
3.1 Genetik Mimarlığın Teorileri	57
3.1.1 Hyperzoic Paradigma	61
3.1.2 Yeni Dijital-Ekoloji	68
3.1.3 Dijital Botanik	71
3.1.4 Morfo-ekolojiler	83
3.1.5 Dijital Tektonik	89
3.1.6 Yeni Materyalizm	96
3.1.7 Otogenetic Strüktürler	98
3.1.8 Neoplazmatik Tasarım	103
3.2 Genetik Mimarlık Teknolojileri	111
4. GENETİK MİMARLIK KAVRAMLARINDA FARKLAR/TEKRARLAR	123
5. GENETİK MİMARLIĞIN PROBLEMATİKLERİ	147
6. SONUÇLAR.....	159
KAYNAKLAR	167
EKLER	185
ÖZGEÇMİŞ.....	205

KISALTMALAR

- 3DP** : Üç Boyutlu Baskı (3Dimensional Printing)
AL : Yapay hayat(Artificial Life)
CAAD: Bilgisayar Tabanlı Mimari Tasarım(Computer Aided Architectural Design)
CAD : Bilgisayar Tabanlı Tasarım(Computer Aided Design)
CAM : Bilgisayar Tabanlı İmalat (Computer Aided Manufacturing)
CGI : Ortak Geçit Arayüzü: bir bilgisayar programı (Common Gateway Interface)
CNC : Bilgisayar Sayımlı Kontrol (Computer Numerical Control)
DNA : Deoksiribonükleik asit
EA : Evrimsel Algoritma (Evolutionary Algorithm)
ES : Evrim Stratejisi (Evolutionary Strategies)
ESARQ:Uluslararası Katalan Üniversitesi (Escola Tecnica Superior d'Arquitectura)
GA : Genetik Algoritma (Genetic Algorithm)
GP : Genetik Programlama (Genetic Programming)
GS : Üretken Sistem(Generative System)
IEC : Etkileşimli Evrimsel Bilgi İşleme(Interactive Evolutionary Computation)
MJM : Çoklu Hızlı Üretim (Multi-Jet Manufacturing)
PM : Parametrik Üç Boyutlu Modelleme (Parametric 3D Modelling)
SGGA: Biçim Grameri Genetik Algoritması(Shape Grammar Genetic Algorithm)
UIC : Uluslararası Katalan Üniversitesi (Universitat Internacional de Catalunya)
UTM : Evrensel Turing Makinesi (Universal Turing Machine)
VRM : Sanal Gerçeklik Modelleme (Virtual Reality Modeling)

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 2.1: Alberto T. Estevez, üç çağın mimarlık şeması.....	13
Çizelge 2.2 : Mekanik ve organik evren arasındaki farklar.....	15
Çizelge 2.3 : Kalıtım şifresinin tarihsel süreci.....	19
Çizelge 4.1 : Eski ve yeni genetik bilimi arasındaki farklar.....	124
Çizelge 4.2: Chatin'in Algoritmik Bilgi Teorisinin formülasyonu.....	145
Çizelge 4.2: Genetik Mimarlık tanımları, teorileri ve çeşitleri	120
Çizelge 4.2: Genetik Mimarlık tanımlarının şeması	121
Çizelge 4.3: Genetik Mimarlığa geçişde mimari ürünlerin karşılaştırılması.....	128
Çizelge 4.4: Biyolojik ve Dijital Genetik Mimarlığın karşılaştırılması	130
Çizelge 4.5: Genetik Mimarlık tanımlamalarının karşılaştırılması	131
Çizelge 4.6: Genetik Mimarlık Teorilerinin getirdiği açılımlar	134
Çizelge 4.7: Genetik Mimarlık teorilerinin niteliksel karşılaştırılması.....	136
Çizelge 4.8: Genetik Mimarlık Teorilerinde Farklar/Tekrarlar	138

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 1.1: Genetik Mimarlık'ta disiplinlerin iç içe geçme diyagramı.....	2
Şekil 1.2: Mimarlık nesnesine “dışarıdan” ve “içeriden” bakış.....	4
Şekil 1.3: Mimarlık nesnesine “içinden” bakış	5
Şekil 1.4: Mimarlık nesnesinin öğelerinin/birimlerinin birleşimsel ilişkileri.....	5
Şekil 2.1: “Genetik Mimarlık” araştırmalarının açılımı.....	10
Şekil 2.2: Genetik Barcelona Projesi.....	11
Şekil 2.3: Bernard Cache'nin Barcelona Dijital Pavyonu.....	11
Şekil 2.4: Genetik Mimarlık Tanımlarının kullanımı için bir öneri.....	12
Şekil 2.5: Gerçek ve mecazi genetik mimarlığın kapsamı.....	14
Şekil 2.6: İnsan genomundaki DNA dizilimi.....	21
Şekil 2.7: Darwin'in Yaşam Ağacının orijinali ve yorumu.....	28
Şekil 2.8: Patrick Dougherty, Joslyn Art Museum's Discovery Garden.....	33
Şekil 2.9: Kuş yuvası yapımı ve strüktürü.....	34
Şekil 2.10: Nehir akışını engelleyen kunduz barajları.....	35
Şekil 2.11: Saarinen'in 'David S. Ingalls Hockey Rink' binası, 1956-58.....	36
Şekil 2.12: Strait Gibraltar Floating Bridge, Eugene Tsui.....	37
Şekil 2.13: Eisenman'ın ev dizilerindeki dönüşüm.....	45
Şekil 2.14: Carnegie Mellon Enstitüsü, birimler ve tekrarlar.....	46
Şekil 2.15: Carnegie Mellon Enstitüsü, birimlerin oluşumu.....	47
Şekil 2.16: Eisenman'ın Sanal Ev Projesi.....	48
Şekil 2.17: Alkhayer & John M.Johanser, Moleküler-Kurgulu Ev.....	52
Şekil 2.18: Interactivator, form üretim evreleri.....	54
Şekil 2.19: Interactivator: Mutasyona uğrayan formlar.....	55
Şekil 3.1: Genetik mimarlık sentezi.....	59
Şekil 3.2: Modern biyoloji sentezi.....	60
Şekil 3.3: Karl Chu, X Kavya, Phylox Serisi.....	63
Şekil 3.4: Karl Chu, Phylogon-1.....	65
Şekil 3.5: Karl Chu, X Kavya, Phylogon 2 ve 3.....	66
Şekil 3.6: Karl Chu, X Kavya, Phylox-4.....	67
Şekil 3.7: Karl Chu, Planetary Automata.....	68
Şekil 3.8: Biostructure, oyun parkı projesi, 2009.....	69
Şekil 3.9: ESARQ (UIC), Yüksek Lisans öğrenci çalışmaları.....	69
Şekil 3.10: Barcelona Medical Center, 2009.....	70
Şekil 3.11: Sporopollenin Houses, 2009-10.....	71
Şekil 3.12: Dennis Dollens, Exodesic.....	72
Şekil 3.13: Dennis Dollens, Arizona Tower-1.....	73
Şekil 3.14: Louis Sullivan, mimari süsleme sistemi-1.....	74
Şekil 3.15: Sullivan'ın süslemelerinin dijital botanik yorumu.....	75
Şekil 3.16: Louis Sullivan, mimari süsleme sistemi-2.....	76
Şekil 3.17: Dollens, eBranch & Tendril Morphology.....	75

Şekil 3.18: Dollens, Arizona Tower-2.....	77
Şekil 3.19: : eTree Branch & Membranes.....	79
Şekil 3.20: Xfrog prorgamında geliştirilmiş bir kule	80
Şekil 3.21: BioTower.....	81
Şekil 3.22: Yabani Kadife Çiçeği çalışması (<i>Salsola Cali</i>).....	82
Şekil 3.23: “Watercube” hücre kümelenmesinin dijital model.....	84
Şekil 3.24: Farklı değişkenlerle, farklı geometrik nesneler.....	86
Şekil 3.25: Dijital form-bulma (<i>form-finding</i>).....	87
Şekil 3.26: Hücresel doku farklılaşması.....	88
Şekil 3.27: Dessau Mimarlık Enstitüsü öğrenci çalışmaları-1.....	90
Şekil 3.28: Dessau Mimarlık Enstitüsü öğrenci çalışmaları-2.....	90
Şekil 3.29: Lattice Arcipelogs- “Smart Studio” tasarımı.....	91
Şekil 3.30: “Branching Morphogenesis” Sabin+Jones labstudio çalışması.....	92
Şekil 3.31: “Morphogenesis-Coliseum” SolidThinking yazılımı.....	93
Şekil 3.32: Sagrada Familia, Mark Burry.....	94
Şekil 3.33: Sagrada Familia’nın pencere yüzeyi, Mark Burry.....	95
Şekil 3.34: British Museum Great Courtyard Roof, Foster.....	96
Şekil 3.35: Sahra Çölü ve Nil Nehrinin uydudan çekilmiş fotoğrafları.....	97
Şekil 3.36: Dougli’s’in Stüdyosundan öğrenci çalışmaları-1.....	99
Şekil 3.37: Dougli’s’in Stüdyosundan öğrenci çalışmaları-2.....	100
Şekil 3.38: Dougli’s’in Stüdyosundan öğrenci çalışmaları-3.....	101
Şekil 3.39: Dougli’s’in Stüdyosundan öğrenci çalışmaları-4.....	102
Şekil 3.40: “Choice: Kitchens and Bakery” tasarımı.....	103
Şekil 3.41: Doku Örnekleri, Neoplazmatik Tasarım.....	104
Şekil 3.42: Kemik Gelişimi Projesi, Jia Lu, 2001-02.....	105
Şekil 3.43: Neoplazmatik Tasarım, Marcuz Cruz, Steve Pike.....	106
Şekil 3.44: Neoplazmatik Tasarım, Contaminant, Cruz, 2003.....	107
Şekil 3.45: Domuz kanatları deneyi.....	109
Şekil 3.46: İç İç Örülmüş Genetik Tasarım Alanları.....	110
Şekil 3.47: Hücresel büyüme gelişimi, Samuel White.....	111
Şekil 3.48: İlk hücresel otomata olarak kabul edilen Paskal Üçgeni.....	113
Şekil 3.49: Genetik mimarlık çalışmasında genetik algoritma kullanımı.....	115
Şekil 3.50: Üretim kurgusunun adapte edilmesi.....	118
Şekil 3.51: Üç boyutlu baskı atölyesi - 3D printing.....	119
Şekil 3.52: Kontür yapma robotu - Contour Crafting.....	120
Şekil 4.1: Disiplinler ve sistemini kuran ana kavramlar.....	123
Şekil 4.2: Genetik Mimarlık kavramlarının oluşumu, aşama-1.....	127
Şekil 4.3: Genetik Mimarlık kavramlarının oluşumu, aşama-2.....	128
Şekil 4.4: Organik mimarlık – dijital organizizm ilişkisi.....	128
Şekil 4.5: Yeni ekoloji çevreci mimarlık- siber ekofüzyon tasarım ilişkisi.....	129
Şekil 4.6: Genetik Mimarlık kavramlarının oluşumu, aşama-3.....	129
Şekil 4.7: Biomorfik mimarlığın açılımı.....	130
Şekil 4.8: “Emergent” kavramının matematiksel kökenleri, Goldstein.....	134
Şekil 4.9: Temsil ve üretim ortamlarının eş zamanlı olma durumu.....	136
Şekil 4.10: Lalvani’nin “Genomics” isimli çalışması.....	137
Şekil 4.11: Genetik Mimarlık kavramlarının analizi.....	142
Şekil 4.12: Chu’nun Genetik Mimarlık çalışmaları.....	143
Şekil 4.13: Organizmaların üreme süreci.....	144
Şekil 5.1: Yapı, temsil ve Genetik Mimarlık arasındaki ilişkisel diagram.....	150
Şekil 5.2: Tren İstasyonu Örtüsü, Edgar Mayor.....	152

Şekil 5.3: “İmmanenscendence konisi”	156
Şekil 5.4: Chu’nun “Phylogon” isimli projsi.....	162

GENETİK MİMARLIK KAVRAMININ GÜNÜMÜZ MİMARLIK ANLAYIŞLARI İÇİNDEKİ YERİ

ÖZET

İçinde bulunduğumuz yüzyıl insan yaşamının, doğasının ve işlevinin sorgulandığı bir döneme denk düşmektedir. Bu probleme biyogenetik ve hesaplama biliminden yararlanarak verilebilecek pek çok yanıt vardır. Biyolojik türlerin genetik yapısını değiştirme arzusu ve insanın kültürel evrenin yörüngesi içinde herşeyin yaşayan, organik ama yine de mekanik tözel bir cisme dönüştürülmesine az kalmıştır. Biyolojik türlerin genetik yapılarını değiştirme gücü her alanda yayılmaktadır. Mimaride bundan payına düşeni almakta ve genetik hesaplamalara bağımlı hale geleceği bir döneme doğru hızla ilerlemektedir. Bu ilerleme ve disiplinler arasındaki gidiş gelişler beraberinde mimarlığın dünyasına giren kavramları da etkilemektedir. Mimarlık hızla değişen, içleri boşalan sonra yeniden farklı bir şekilde doldurulan kavramlarla kuşatılmaya başlanmıştır. Bu kavramları ortaya koymak bu çalışmanın birincil hedefidir. Bu çalışmada; Genetik mimarlığın diğer disiplinlerle olan ilişkisi belirlenmiş bu disiplinlerin olası katkıları ve nasıl genetik mimarlığın alt yapısını oluşturduğu tarihsel bir süreçten geçirilerek anlatılmıştır. Esas olan genetik mimarlığın teorik çerçevesini oluşturan kuramların ve kuramcılarının söylemlerinin bir sistematik altında toplanması ve sonraki bölümde tablolaştırılarak kavramlara netlik getirilmeye çalışılmasıdır. Mimarlığın problematiklerinden olan temsilin durumunu, doğaya bakışı, üretim süreçlerini ve mimarlığın edimsel yapısını nasıl değiştireceği üzerinden bir tartışma yapılmaya çalışılmıştır.

Genetik mimarlık geleceğin mimarlığı ve tüm mimari misyonu üzerinde taşıyan mimarlık olarak anlatılmaya çalışılmamıştır. Mimarlık, biyoloji ve teknolojinin üçlü arakesitinde yer alan tüm bunların sonuçlarının değerlendirildiği bir çalışmadır. Doğru ve kurtarıcı mimarlık olarak görülmemektedir. Kavramlarının mimarlık tartışma ortamına doğru bir şekilde sunulmasını amaçlamaktadır.

Bu çalışma, genetik mimarlık kavramları adı altında günümüz mimarlık ortamında meydana gelen değişimler ve bunlar oluşurken kavramların içeriğini kaybetmesi, içinin boşaltılması yada tam tersi çoklu anlamlar yüklenmesi sonucu oluşan kavram kargaşasına bir ışık tutabileceği düşünülerek hazırlanmıştır.

INSIGHT INTO GENETIC ARCHITECTURE : CONCEPTUAL APPROACH IN CONTEMPORARY ARCHITECTURE

SUMMARY

The century in which we live overlaps with a period of interrogation: human life, human nature, and function of human beings are called into question. When handled and addressed by biogenetics and computation sciences, such questions can turn out to have many answers.

This age of ours is only a couple of steps back from a revolutionary age in which, thanks to man's desire to change and transform the genetics of biological species, the transformation of materials into living and organic, and yet mechanic substantive things is realized within the orbit of the cultural world of human beings. Genetic transformation capacity of biological species spreads out in every field. Architecture as well receives its share from this expansion and forges ahead towards a future in which genetic computation cannot be done without.

Nowadays, developments of computer science, society, and again, and deeply affected the life transforming many things can be observed clearly. This situation requires a major paradigm shift. Development to produce products based on advances in computer technology to produce information based on a focused development. Production of the information age, the age of the point of passing this architecture is reflected in a very effective and radical way. In today's environment, articulated architecture behind this radical change and new architectural discourse can be said to be a fundamental basis. This justification can go the effort would not be wrong to say that the ecology of the end point. Indeed, in today requires that ecological conditions, predictions for the future. Understanding of the ecological understanding of the human-centered exhibits an attitude diametrically opposed. The traditional conception of architecture as a discipline of human-centered people are the most important phenomenon, and in the center. Harm to the environment or that are not considered important energy consumed by the building. Ecological imperatives and the nature center and then started to work in reverse this situation oturtulmasıyla new approaches have gained importance.

The architecture has a complicated structure which accommodates very different approaches in its structure today. While the wide opportunities which are provided by the technological developments provide freer thinking opportunities for the Designer and also in collaboration with the other disciplines. The analogue processes are replaced with the digital processes and the collapse of the acceptance of the orthogonal geometries as limit ensured the freedom for the individual, and in the wide-scale structures which contain gigantic engineering problems and have geometries which could not be defined mathematically in which no formal rule is dominant, the architect should be not only a good designer but also a good computer user and should also have the preliminary knowledge although he does not solve the

complicated engineering problems all alone. The technological opportunities, new calculation methods, computer-aided design, finding new materials provide the designer with not only the opportunities in the spatial fiction but also formal freedoms. In this meaning, the contemporary architecture examples are composed of the huge and complex surfaces which are formed of a curve, big and single surface and have no certain geometrical shapes and also spaces and cavities which flow into each others. The spaces which flow into each others which are knitted with the cell structures accommodate all of the cultural, functional and formal differences.

Interactions among disciplines together with great developments have significant influence upon the concepts adopted by the world of architecture. Architecture swarms with terms, the meanings of which are reconstructed through a persistent circular process: fast-evolving terms continually get devoid of their existing meaning, and they acquire new and different content. This work primarily aims to manifest these terms and concepts. Referring to the network of relations built up of concepts as 'genetic architecture', this work outlines the connection of genetic architecture with other disciplines, and explains how the infrastructure of genetic architecture has been formed by other disciplines as well as their possible contributions through a historical perspective.

The genetic architecture is a new concept of architecture. The genetic thinking requires change on the role of the architecture, production style and education of architecture as a whole. Genetic architecture...

Creates an opportunity of existence in the real physical environment with the intensive form searches which are performed today and genetic technology in the architecture area in digital environment...

The genetic architecture opportunity is an assault made to the architecture knowledge building. It does not only suggest a new technique but also it puts forward a new concept of architecture. Depending on this, it requests investigating and interpreting all of the information about the structures which are constructed with the previous approach of architecture. With this study, it is aimed to create a change in the architecture and to ask the usual questions in reverse order rather than the new construction techniques. Yet, this subject which could be considered as new on the agenda of architecture is expected to form an area of discussion for the architects. It is obvious that such investigations and discussions will be useful to the thought of architecture, even if such an architecture will never come true.

Biological rooted revolutionary researches such as cloning, DNA, genetics, stem cell have entered into our daily life. From dijital technologies to data-processing applications in system design, artifical nerve networks to genetic algorithms in engineering, robot prosthesis to artificial organs in medicine, and caos-complexity to fractals in sciences – all partake in interdisciplinary interactions including the nanotechnology. The developments in computer, communication, microelectronics, robots, material and biotechnology areas have already initiated the third industry revolution following the inventions of the vapor machine and the electric engine. While the technological developments convert our daily life in a faster and more effective manner, it is anticipated that the "architecture of the future" will be a tool that can respond to the changing technological developments and will ensure discovering new forms of life, thought and construction. New construction materials will be using the computer in the architecture making for structural, mechanical as well as process and role changes.

The genetic architecture differs from the bio-mimesis architecture regarding toll and material. The situation of shaping a creature causes a define differentiation, because the genetic architecture is intervening in the nature. Since 1999's attempts have been made to understand the designs, which are "learned /inspired /modeled /adopted or applied from the structuring and formations in the nature" by means of the concept of "bio-mimesis" (bios-life and mimesis-imitation). Similarly, term of "bio-mimetic", "bio- mimesis", "bio-gnosis" and "bionic" have been used in the study and research directed for the development of more advanced technologies by means of "learning from the nature".

The new design has advanced new content and formation approaches in architecture by means of mathematical analysis brought into the computer realm. These approaches appropriate various information and communication tools claim to "shape the realization of the architecture". The evolutionary means imply an architecture, which is self-organized and self-developed and self-growing emulating the genetic architecture

There is a change in conventional production in which the pre-design and the planning, projecting and engineering aspects are contemplated, separately. These include the production stages in the worksite, integrated with the computer. A hierarchy of the practices priorices prioritizes and determines the stages. The produced in various time frames. Conventional drawing or model making could articulate what is visualized in the mind of the architect. However, the computer could produce different products than what is imagined at the first stage. We encountered two concepts as the imagined prduct and the unanticipated result, composed of the forms using Euclidian geometry. It was sufficient to determine the imagining form at the beginning of the design, however, in the current approach of building this process differentiated considerably, because of the change in the knowledge regime. The resulting product was the most radical one, which came about with the digital means in this new approach of architecture. in the production of the genetic architecture the prduction period shortened and the product varied. The most important difference ralating to the production of the space, which is the product of the genetic architecture, is the fact that the production environment is not a worksite but a laboratory

It is essential that theories and discourses of theoreticians establishing the theoretical framework of architecture are introduced and given in detail systematically, which are tabulated in the next chapter for clarifying purposes. Problematic of architecture such as representation, understanding of nature, production processes and how structural performance of architecture will be changed are discussed.

However, genetic architecture is portrayed neither as the architecture of the future, nor as the architecture that undertakes the entire architectural mission. On the contrary, this is a work which aims to depict and evaluate the results emerging from the triple intersection of architecture, biology and technology. Hence, it is important to emphasize that architecture is not regarded as "the correct" and not depicted as a "knight in shining armor", either. The aim is to bring architectural concepts up for discussion in a correct way.

This work is prepared in an attempt to illuminate the contradiction in terms resulting from the fact that concepts get devoid of meaning, or on the contrary find multiple meanings during the changes which occur in the field of architecture.

1. GİRİŞ

İçinde bulunduğumuz yüzyıl insan yaşamının, doğasının ve işlevinin sorgulandığı bir döneme denk düşmektedir. Bu probleme biyogenetik ve hesaplama biliminden yararlanarak verilebilecek pek çok yanıt vardır. Biyolojik türlerin genetik yapısını değiştirme arzusu ve insanın kültürel evrenin yörüngesi içinde her şeyin yaşayan, organik ama yine de mekanik bir cisme dönüştürülmesine az kalmıştır. Biyolojik türlerin genetik yapılarını değiştirme gücü diğer disiplinleri de etkisi altına almış ve bu alanlara iyiden iyiye sızmıştır.

Mimarlık disiplini de bundan payına düşeni almakta ve genetik hesaplamalara bağımlı hale geleceği bir döneme doğru hızla ilerlemektedir. Bu ilerleme ve disiplinler arasındaki gidiş gelişler beraberinde mimarlığın dünyasına giren kavramları da etkilemektedir. Mimarlık hızla değişen, içleri boşalan sonra yeniden farklı bir şekilde doldurulan kavramlarla kuşatılmaya başlanmıştır.

Benzer şekilde, bilgisayar dünyasının tüm alanlarındaki gelişmeler toplumu ve yaşamı yeniden ve derinlemesine sorgulamaya teşvik etmektedir. Bilgisayar teknolojilerinin hedefi başlangıçta ürün üretmeye yönelik bir seyir izlerken şimdilerde bilgi üretmeye yönelik bir hal almıştır. Üretim çağından bilgi çağına geçme noktasında bu durum mimarlığa çok etkin ve radikal bir şekilde yansımaktadır. Günümüz mimarlık ortamına eklenen bu radikal değişikliklerin ve yeni mimarlık söylemlerinin ortaya çıkmasına sebep olan bir diğer mesele de ekolojik sistemlerin nasıl hayata geçirilebileceği üzerinedir. Bir sistem önerisi, bir model olarak doğanın işletim sistemini kendine rehber edinen ekolojik anlayış mimarlık ürününün eko-sistemin bir parçası, bir devamı olarak nasıl eklenebileceği üzerine kafa yormaktadır. Bugün içinde bulunduğumuz koşullar gelecek için öngörülerin ekolojik olmasını zorunlu kılmaktadır. Ekolojik anlayış insan merkezli anlayışa taban tabana zıt bir tutum sergilemektedir. İnsan merkezli bir disiplin olan geleneksel mimarlık anlayışında insan en önemli olgudur ve merkezde yer alır. Binanın çevreye verdiği zarar ya da tükettiği enerji o kadar önemsenmez. Ekolojik

zorunlulukların ardından bu durum tersine işlemeye başlamıştır ve doğanın merkeze oturtulmasıyla yeni yaklaşımlar önem kazanmıştır.

Mimarlığın kendine yeni arayışlar bulma çabası diğer disiplinlerdeki gelişmelerle yakından ilgilidir.

- Birincisi dijital teknolojinin gelişmesiyle mimarlığın kendine yeni form bulma alanları gündeme gelmiştir.
- İkincisi enerji krizi ve ekolojik zorunluluklar sonucu doğa merkezli bakış açısı hakim paradigma olmaya başlamıştır.
- Üçüncüsü genetik bilimindeki¹ gelişmeler mimarlığı dolaylı (şimdilik) ama derinden etkilemiştir.

Genetik mimarlığın gündeme gelmesinde bu olguların varlığı göz ardı edilemez. Genetik mimarlık, dijital teknolojilerdeki gelişmelerin, ekolojik gerekliliklerin ve genetik biliminin kaydettiği aşamaların arayüzünde kendine bir yer edinmeye çalışmaktadır. Bu alanlar henüz birbirinin içine tam geçmiş değildir. Ancak birbirine dokunduğu noktaların keşfedilmesi bir başlangıç teşkil etmektedir. Bu disiplinleri birbirine kenetleyen ana olguların ardındaki kavramlar tam olarak netleşmemiştir (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 : Genetik Mimarlık'ta disiplinlerin iç içe geçme diyagramı.

O yüzden bu değme noktaları kavramların yaratıldığı arayüzler olmaktadır. Bu arayüzlerde oluşan kavramları ortaya koymak çok kolay değildir. Şu anda genetik mimarlık son derece kaygan bir zeminde ve çoklu mimarlık ortamında kendine bir

¹ **Genetik bilimi:** Biyolojik organizmalara özgü, onları oluşturan kalıtsal kodlarla ilgilenir. Genetik bilimi kökenini Mendel'in 19. yüzyıl ortalarındaki çalışmalarından alıyorsa da, kalıtım hakkında birçok varsayım Mendel'den daha önce ortaya atılmıştır. Bu varsayımlar genellikle, edinilmiş özelliklerin kalıtım yoluyla aktarımını öne sürmüşlerdir.

yol çizmeye çalışmaktadır. Bu arayışların sonunda varacağı nokta mimarlıkta yeni bir paradigma değişimi yaratacak mıdır? Bu sorunun cevabı henüz verilmemiştir.

1.1 Sorunun Tanımlanması

Bu çalışmanın amacı son zamanlarda mimarlık gündemini etkileyen, tasarıma yönelik olarak yeni oluşmaya başlayan mevcut kuramsal altyapının değerlendirilmesi ve bu yolla ortaya çıkan kavramların ve tasarıma yönelik stratejilerin belirlenmesi, elde edilecek bilginin çerçevesinde kavramlar arası bir sistematik çalışmanın ortaya konulmasını sağlamaktır.

Mimarlık gündemini etkileyen kavramların çoğu mimarlığın biyoloji bilimiyle son zamanlarda aşırı temasından kaynaklanan biyolojik kökenli kavramlardır. Özellikle Genetik Bilimi ile ilgili kavramlar sadece mimarlık disiplininde değil, diğer disiplinlerde de kullanılmaktadır. Hesaplama biliminde matematikte ve ekonomide mecaz anlamlarıyla kullanılan bu kavramlar disiplinden disipline aktarılırken anlam kaymalarına uğramıştır. Mecaz anlamların bu kadar sık kullanılması birincil anlamların kaybolmasına yol açmıştır. Kavramların Türkçe karşılıkları bir yana, dünyanın her yerinde bu konu üzerine çalışan insanlar terminoloji oluşturmaya çalışmaktadır. Ancak bu süreç hala devam ettiğinden kavramlar konusunda bir fikir birliği yoktur. Tanımların biyolojideki, dijital ve genetik bilimlerdeki anlamları karşılaştırılmıştır. Ancak teknolojideki hızlı değişimin sürekli yeni terminolojilerin doğmasına sebep olmasından dolayı mimarideki bu anlam dönüşümleri sadece bir başlangıç teşkil etmektedir.

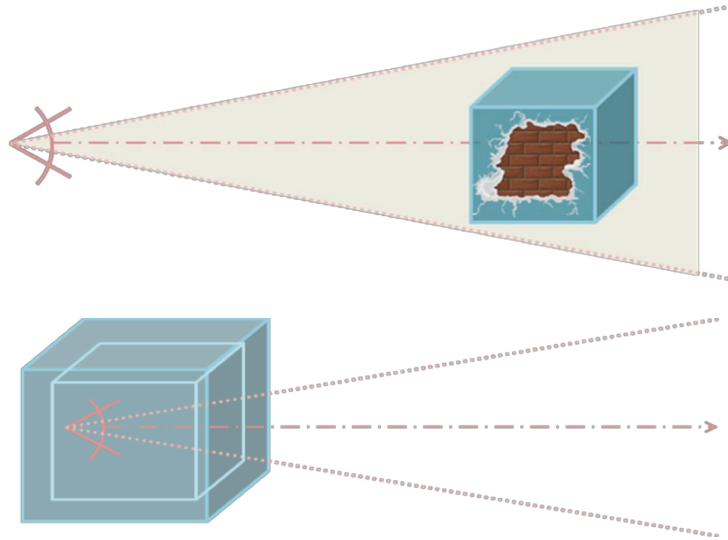
1.2 Soruna Yaklaşım ve Yöntem Önerisi

Tezin amaçları arasında Genetik Mimarlığın tanımını yapmak yoktur, sadece Genetik Mimarlıkla birlikte yeni bir bakış açısının oluştuğunu ortaya koymak hedeflenmiştir. Bu noktada bakışın ne üzerine olacağı önem kazanmaktadır. Genetik Mimarlığın nasıl algılanacağını ve nasıl bir bakış açısıyla yaklaşılacağını cevaplanması gerekmektedir. Böyle bir sorunun yanıtı, en az bir ölçüde, bu yanıt vermeye hazırlanan kişinin bilgi bilim bağlamında savunduğu felsefi tutumla belirlenecektir. Eğer tasarım nesnesine felsefi tabandan yaklaşım bakacak olursak nesneyi tikeli algılamakla mimari ürünü yani mimari bir nesneyi algılamak aynı kriterlere sahip

olabilir. Bu noktada Denkel (2003) “Nesne ve Doğası” kitabında nesne için genel bir görüşten şöyle bahseder. “Demokritos ve Aristoteles gibi düşünürler ile çağlar boyunca onların sağduyusunu izleyen filozoflara göre gözlemlenebilir tikeller, ‘*cisim*’ yada ‘*nesne*’lerdir. Öyle ise bu görüşe göre evren, nesneler ve onların değişik bir araya geliş biçimlerinden oluşur. ..evren, birbiriyle değişik ilişkiler içinde olan ve belki değişik nitelikleri olan varlıklardan (*entity*) oluşur.”

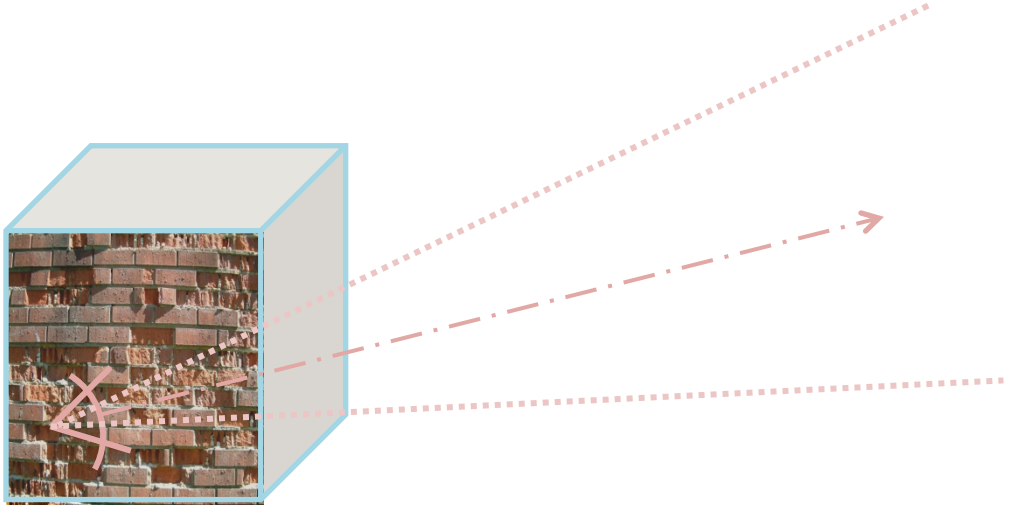
Benzer şekilde nesneye daha yakın plandan bakarsak, bu görüşe göre nesnelerin, onları oluşturan parçacıklar ve bu parçacıkların değişik şekillerde bir araya geliş biçimlerinden oluşacağını söyleyebiliriz.

Bugüne kadar mimarlık disiplini içerisinde maddeye biçimin ardından gelen ikincil bir olgu olarak bakılmıştır. Madde yalnızca estetik özellikleri ve biçimin hizmetkârı olarak teknolojik kapasiteleri açısından incelenmiştir. Oysa ki şimdilerde, malzeme biçim ve oluşumu bir araya getiren yineleyici bir süreç, yeni bir üretici biçim bulma mantığı olarak görülmeye başlanmıştır. İşte bu açıdan mimarlık ürüne içerden ya da dışarıdan bakmak yerine maddenin içinden bakmak gerekmektedir (Şekil 1.2). Bu bakış genetik mimarlığın yapısıyla da örtüşür. Eğer genetik başka bir değişle kalıtım olgusu fiziksel olarak nasıl bir yapıya sahip olacağımız bilgisinin aktarımı ise, ister istemez biçimseldir ve dolaylı olarak biçime yöneliktir. Ancak biçim önceden dayatılan bir biçim değil, belli kurallar vasıtasıyla kodlanabilen, ve böylelikle aktarılabilen, belli bir olgunluğa ulaştığında kendini gösterebilen bir biçimdir.



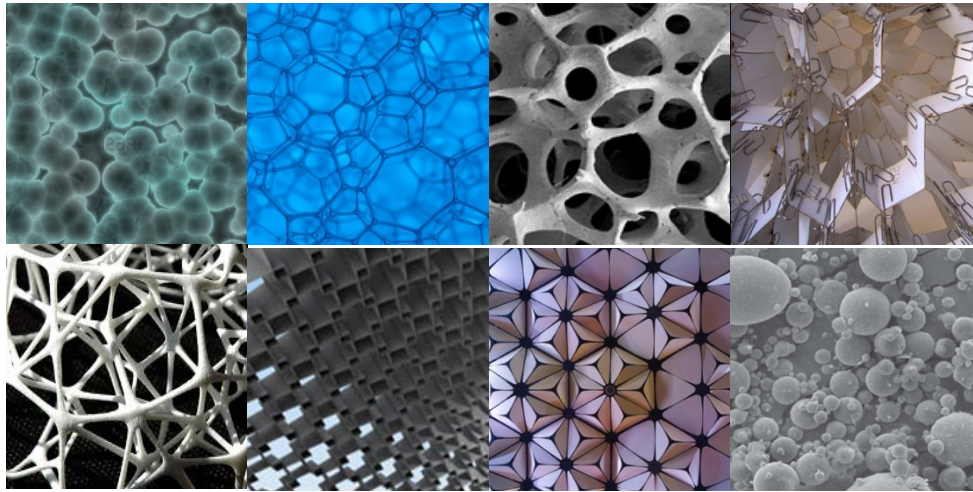
Şekil 1.2 : Mimarlık nesnesine “dışarıdan” ve “içeriden” bakış.

Nesneye içinden bakmak (Şekil 1.2) sözkonusu olduğunda nesneyi oluşturan öğelerin/birimlerin birleşimsel ilişkileri söz konusu olur. (Şekil 1.3) Genetik mimarlık dediğimizde bu kalıtsal yapı taşlarının ya da kodları ve şifreleri taşıyan birimlerin içinde barındırdığı bilgilerdir. Genetik bilimin perspektifinden bakıldığında bu şifre taşıyıcılarının yani genlerin fiziksel bir öge mi kimyasal bir bağ mı yoksa biyolojik bir hücre mi olduğu çok uzun yıllar bilim dalının kendi içerisinde tartışılmıştır. Hatta genlerin organik bir işletim süreci mi yoksa mekanik bir sürecin elemanları mı olduğu konusu bir türlü netlik kazanamamıştır.



Şekil 1.3 : Mimarlık nesnesine “içinden” bakış.

Genetik mimarlığın farklı bir bakış açısı vardır. Nesnenin oluşuyla ilgilenildiği için nesne oluşuktan sonraki biçim hiç önemli değildir. Biçim anlamını kaybetmekte oluşum süreci daha ön plana çıkmakta asıl tasarım alanı halini almaktadır. Ancak biçimin anlamını yitirmesi kontrolsüz bir süreçten geçildiği anlamını taşımamaktadır.



Şekil 1.4 : Mimarlık nesnesinin öğelerinin/birimlerinin birleşimsel ilişkileri.

1.3 Çözüm Aralığı

Çalışma alanının belirlenmesinde genetik mimarlıkla ilgili olan disiplinlerin ortaya konması, matematik, biyoloji, fizik, ekoloji ve dijital teknolojiler olmak üzere belirlenen disiplinlerden ne kadar bir kısmının çalışma içersine alınacağını saptanması gerekmektedir. En azından, disiplinler arası arakesitlerin belirlenmesi için biyoloji ve matematikten devşirilen genetik mimarlık kapsamında özelleşen kavramların neler olduğunun belirlenmesi önem kazanmaktadır.

Genetik mimarlık bu tezde mecazi anlamı ve gerçek anlamıyla ele alınacaktır. Bu anlamların neler olduğuna ilerleyen bölümlerde değinilecektir. Bu iki anlam arasındaki farklılıklar mimarlık ürününe hangi açıdan bakıldığı ile ilgilidir. Mecazi genetik mimarlık akıllı ancak cansız, gerçek genetik mimarlık hassas (duyarlı) ve canlı malzemeleri kullanmaktadır. O halde genetik mimarlıktan bahsedildiği zaman akla hem canlı hem cansız malzemeler gelebilmektedir. Mimarlık yapısına yada binaya organik ürün yada mimarlık nesnesi demek yerine her ikisini kapsayacak şekilde mimarlık ürünü demek daha uygun düşmektedir. Canlı yapı malzemesinden bahsedildiğinde “organik mimarlık ürünü”, cansız unsurları barındıran malzemedan bahsedildiğinde “biyonik mimarlık ürünü” demek daha anlaşılır olacağı düşünülmektedir. Ama bakış açısı her ikisinde de içerden bir perspektiftir. İster canlı malzemenin hücreleri olsun ister cansız malzemenin atomları olsun ürünlerin yapıtaşları ve onlar arasındaki ilişkiler ve onların oluşum süreci önem kazanmaktadır. Tezde çok sayıda örnek verilmekten kaçınılmasının sebebi, ilgilenilen mimarlık anlayışının bitmiş ürünün peşinden gitmeyişiştir. Tıpkı organizmanın şekillenmesindeki gibi biçimin ne olduğu değil nasıl ortaya çıktığı önemlidir.

Çözümün arandığı aralık iki türdür. Mecaz ve gerçek anlamdan kaynaklanan dijital ve fiziksel ortam tezin aralığını oluşturmaktadır. Konunun kavramsal boyutu, dijital kod ve genetik kod kavramlarında olduğu gibi, dijital ortam mimarisi ile gerçek ortam arasında karşılaştırmalı olarak işlenmiştir. Genetik Mimarlık ürününün üretimi ve dijital ortamdaki şekillenmesini etkileyen unsurlara kısaca değinilmiştir.

2. GENETİK MİMARLIĞIN OLUŞUM SÜRECİ VE DİĞER DİSİPLİNLERLE İLİŞKİSİ

Genetik mimarlık disiplinlerarası bir kavram olduğundan oluşum süreci de her bir disiplindeki gelişmelerden farklı zamanlarda ve farklı biçimlerde etkilenmiştir. Genetik mimarlığın oluşum sürecinden bahsetmeden önce genel çerçevesinin belirlenmesi ve genetik üzerine düşünülenlerin aktarılması oluşum sürecinin doğru anlaşılmasını sağlayacağından önem kazanmaktadır.

2.1 Genetik Mimarlığın Çerçevesi

Genetik Mimarlık bir canlının genlerinin yaşamsal faaliyetlerinin şifresini içinde barındırması ve ancak onu oluşturan kodlar sayesinde bir biçime bürünebileceği mantığından yola çıkan bir mimarlık anlayışına denk düşer. Yapının hem tasarlama hem yapım aşamasında benzer kurallar ve algoritmalar² temeline dayandırılmaktadır. Tıpkı canlı bir varlık gibi doğan, yaşayan, değişim geçiren ve sonunda ölüp yok olan binaların bilgisayarla tasarlanması ve üretilmesini öngörmektedir.

Ancak şimdilik genetik mimarlık metaforik anlamı üzerinden değerlendirilmekte, bilgisayar ortamında simüle edilebilen, genetik biliminin kavramlarını kullanarak oluşturulan mimarlık anlamına gelmektedir. Yalnız bugün binalarda kullanılan çok duyarlı sensörlerle çalışan akıllı teknolojilerin yönettiği tümüyle mekanik olan sistemlerin genetik mimarlığın kapsamına girmediği gerçeği de göz önünde bulundurulmalıdır.

Genetik Mimarlıkla ilgili çalışmaların kökenleri çok öncelerine dayanmasına rağmen son 15 yılda yoğunlaştığı söylenebilir. Bu süre içerisinde en öne çıkan teorisyenler Karl Chu ve Alberto Estevez'dir. Chu New-York'daki Kolombiya Üniversitesi'nin Mimarlık Bölümünde başlattığı Genetik Mimarlıkla ilgili çalışmalara bugün farklı

² **Algoritma:** Bir algoritma, bir prosedürü tanımlayan ya da sonlu sayıdaki aşamalarla bir probleme çözüm getiren bir dizi talimattan (matematiksel ve/veya metinsel) oluşur. Algoritmalar, bir programlama diliyle yazıldıklarında bilgisayar programları haline gelirler.

üniversitelerin mimarlık yüksek lisans programlarında devam etmektedir. Estevez ise 2000 yılında Barselona'daki Katalonyo Üniversitesinde ekoloji odaklı Mimarlık Okulu'nun yüksek lisans bölümünde açtığı 'Genetik Mimarlıklar' (*Genetic Architectures*) Programının koordinatörlüğünü yapmaktadır. Bu iki mimar genetik mimarlığın teorisini oluşturmak için çalışmaktadır. Ortak amaçları ve ayrıldığı noktalar detaylı olarak üçüncü bölüm içerisinde tekrar ele alınacaktır.

Genetik Mimarlık, ifadesi ilk defa Karl Chu'nun 1995 yılında *Architectural Design* dergisinin 'Architects in Cyberspace' konulu sayısında yayımladığı "Şekilsel Mekan" (*Modal Space*) başlıklı makalesinde telaffuz edilmiştir. Chu makalesinde genetik mimarlığın alt yapısını kuran bilim dallarının matematik, fizik, felsefe ve metafizik olduğunu vurgulamıştır. Bu bilim dallarının onun mimari kuramını oluşturmasında büyük rol oynadığı görülmektedir. Chu, metafizik ve hesaplama (*computation*) dayalı olarak evrimsel³ kozmolojilerin kavramsal mekanını incelemektedir. Hesaplamayı fiziki evrenin temel özelliği olarak gören Karl Chu, teorisini oluştururken Leibniz'in monadolojisinden destek almakta ve yeni mimari kavramların oluşturulmasında kullanmaktadır. Chu'ya (1995) göre, hesaplama biliminin genetik teknolojiler ile birleştirilerek yeni bir dünyanın eşiğine geldiği şu günlerde, dünyayı insan medeniyeti tarihinde eşi görülmemiş şekilde değiştirmeyi amaçlayan bu fikirler üzerine kurulu olan bir mimari kuram geliştirmesine çalışmalıdır.

Genetik Mimarlık teriminin Uluslararası Mimari çevrelerdeki, ve Mimarlık Eğitimindeki yansımaları ise 2001 yılına dayanmaktadır. Katalonya Üniversitesinde Alberto Estevez'in başı çektiği bir ekip tarafından Genetik Mimarlığın hedeflerini karşılamak ve gerçek boyutta mimarlık üretmek için yeni dijital teknolojilerin kullanımı üzerine araştırmalar başlatılmış ve genetik mimarlık başlıklı bir yüksek

³ **Evrimsel:** Evrim kelimesi, Türk Dil Kurumu Sözlüğü'nde "Zaman içinde birdenbire olmayan, kesintisiz, niteliksel ve niceliksel gelişme süreci" ve ikincil anlamda biyolojik bir deyim olarak "bir canlıyı ötekilerden ayırt eden biçimsel ve yapısal karakterlerin gelişmesi yolunda geçirilen bir dizi değişim olayı, tekâmül" olarak tarif edilmiştir. Genetik mimarlık ürünü olan her yapı, canlı özellikleri taşıdığından, adaptasyon yeteneği vardır ve evrimleşebilir. Evrim esnasında DNA dizileri birbirinden uzaklaştığı ve değiştiği için, diziler arasındaki bu farklılıklar, aralarındaki evrimsel uzaklığı hesaplamada bir "moleküler saat" gibi kullanılabilir. Genetik kıyaslamalar genellikle, türler arasındaki evrimsel akrabalığı nitelemeye en doğru yöntem olarak kabul edilir, bu yöntem, fenotip kıyaslamalarla edinilmiş bazı yanıltıcı değerlendirmeleri de düzeltir. Türler arasındaki evrimsel uzaklıklar "evrim ağacı" ya da "filogenetik ağaç" denilen şemalarla temsil edilir, bu şemalarla türlerin ortak bir atadan inşini ve zaman boyunca türlerin birbirinden uzaklaşmalarını gösterir. Ancak, bu ağaç şemaları türler arasındaki yatay gen transferi olaylarını gösteremez.

lisans programı açılmıştır. Bu konu üzerinde çalışan teorisyen ve uygulama yapan kişilerin stüdyo yürütücülüğünü yaptığı mimari stüdyolar kurulmuştur. “Genetik Mimari Akımlar” konulu eğitim ve araştırma programına davet edilmiş olan Dennis Dollens, Evan Douglass, Marc Goulthorpe, Kas Oosterhuis, Lars Spuybroek (NOX) gibi bazı mimarların ve konuyla ilgilenen Bernard Cache, Karl S. Chu ve Michael Weinstock gibi mimarların çalışmalarıyla birlikte somut örneklerin sayısı gittikçe artmaktadır. Estevez’in (2001) iddiası “üçüncü binyılda mimarların bu tanımları giderek daha sık kullanacakları ve üretilen tüm mimarlık görüşlerinin genetik üzerine kurulacağı” yönündedir. Estevez genetik mimarlık yüksek lisans programını ilk defa 2001 yılında başlattığında amaçlarını belirten şu sözleri sarf etmiştir.

Yeni maddeler, yeni araçların kullanılması ve yeni süreçlerden geçilmesi sonucunda yeni bir mimari biçimlenir... Fakat bu yeni form mimaride yeni bir devrim yaratabileceği ya da ilgi çekici olabileceği gibi; başarısızlıkla, mutlak özgürlükle ya da onun kısıtlanmasıyla da sonuçlanabilir. Oluşan dünyanın ve bilginin sonunun hem birbiriyle mücadele etmesi, hem de birbirinden güç alması tam anlamıyla bir ikilem yaratmaktadır. İşte bu eğilim, araştırma ve eğitimde sürdürülen “Genetik Mimari” çalışmalarından güç alarak gittikçe göze çarpmaktadır. Bu çalışmaya 2000 yılında Katalonya Üniversitesi’nin ESARQ (Mimarî Yüksek Teknik Okulu) bölümünde başlandı ve şu anda çalışma birleştirilme aşamasındadır.

Genetik mimari, “üretken mimarının etrafında şekillenen kendi içsel mantığını kurmuş morfogenetik bir değerler dizisi” diye tanımlanabilir. Başka bir şekilde ifade etmek gerekirse “Genetik oluşum ilkelerini zorlayan, bilimsel bilgiyi somutlaştıran, araştırma ve laboratuvar çalışmalarına yönelik bilgi-kuramsal bir yaklaşım” olduğu söylenebilir.

Genetik Mimarlığa yönelik araştırmalar iki grup altında toplanabilir. Biri dijital ortamda yapay bir DNA⁴ yaratıp onun üzerinde yapılan modifikasyonlarla⁵ üretebilecek mimarlık nesnesi üzerinedir. Bir diğeri fiziksel ortamda gerçek bir DNA’ya müdahale edilerek şifresi üzerinde yapılan manipulasyonlarla üretilen organik yapılar üzerinedir (Şekil 2.1).

⁴ **DNA:** normal olarak, ikili sarmal biçimde dolanan iki iplikçikli bir moleküldür. DNA’nın iki iplikçiklerinden birindeki her nükleotit, karşıt iplikteki nükleotit partneriyle bir çift oluşturur; yani A, T ile bir çift oluşturur, C de G ile. Dolayısıyla iki iplikçikten her biri, tüm gerekli enformasyona sahip bulunur, diğer iplikçikte de bu enformasyonun yedeği bulunur. DNA’nın bu yapısı, kalıtımın fiziksel temelidir. DNA ikileşmesinde, iplikçiklerin ayrışması ve her iplikçik yeni iplikçik eşinin bir kalıbı olarak kullanılmasıyla, genetik enformasyon kopyalanır. Genler, kromozom denen DNA dizisi zincirleri boyunca doğrusal bir düzende sıralanmışlardır.

⁵ **Modifikasyon:** Doğal canlı üzerinde, tek defaya özgü, genetik yapısını etkilemeden, çevresel etkilerle değişimlerdir.



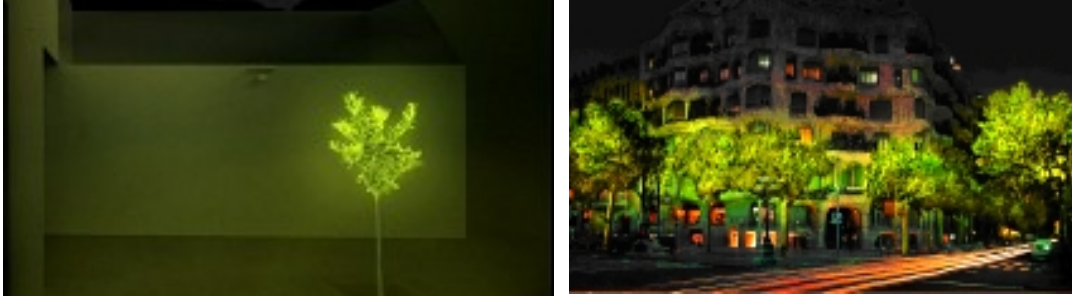
Şekil 2.1 : “Genetik Mimarlık” araştırmalarının açılımı.

Ancak Genetik Mimarlığın tanımlanması son derece karmaşık bir durumdur. Yukardaki tanımlamada da vurgulandığı üzere ‘Genetik’ kendi olağan anlamıyla anlaşılabilceği gibi içinde barındırdığı mecazi anlamıyla da yorumlanabilmektedir. Estevez (2005) genetik mimarlığın objelerden yola çıkarak genetik biliminin sunduğu nimetlerden faydalanan mimarlık olduğunu dile getirmiştir. Asıl ve mecazi tanımlamasını şu şekilde özetlenebilir.

- Genetik biliminin bulguları gerçek ve doğal yollarla mimaride vücut bulabilir. Bu gerçekleştiği takdirde, ortaya çıkan ürün hem mimarların hem de genetikçilerin ortak gayretleriyle şekillenecek olan gerçek genetik mimarinin bir parçası olabilecektir.
- Genetik bilimindeki uygulamalar mecazi ve yapay (*artificial*) bir yolla da mimarlığa aktarılabilir. Bu durumda genetik bilimindeki tanımların ve süreçlerin bir uzantısı şeklinde ya da aradaki benzerliğin bir ürünü olarak genetik mimariye ulaşmak mümkün olabilecektir.

Bu çerçevede gerçek Genetik Mimarlık için canlı elemanlar, yapı malzemeleri ve faydalı yaşama mekanları elde etmek için genetik araştırmalar yapılmaktadır. Örnek olarak, Şekil 2.2’deki ‘Genetik Barselona Projesi’ gösterilebilir. Barselona’da Genetik Mimari Laboratuvarlarda (ESARQ- UIC) kentsel ve ev içi kullanım için dirimsel ışıldayan bitkilerin genetik yaratımının araştırılması sürmektedir. Bu projede genetikçiler mimarlar için çalışmaktadır. Spesifik genetik tasarımları yoluyla yönlendirilen yaşanılabilir mekanlar ve yapı malzemelerine dönüştürülen canlı hücreler geliştirmek için büyümenin genetik kontrolü üzerinde olan çalışmalar devam etmektedir. Dolayısıyla bu tasarımlar yüzde yüz ekolojik, geri dönüştürülebilir ve yapı süreci boyunca maksimum enerji tasarrufuyla doğal olan aynı zamanda çok uzun yıllar süren evrimim sonucunda ulaşılan bir verimliliğe

sahiptir. Büyümesi doğal olduğu için işçiliğe gerek olmadığından maksimum tasarruf sağlamaktadır.



Şekil 2.2 : Genetik Barcelona Projesi (Estevez, 2009).

Mecazi olan Genetik Mimarlıkta ise bir işlem olarak görülen üretim ve dijital tasarım üzerine çalışmalar çizilebilen bir şeyin inşa edilebileceği ve dijital araçlar kullanılarak çizilenin dijital bir DNA'sı olacağı için, bunun da robotlaştırılmış öz yapı ve yapay büyüme ile makineleştirilmiş belirmesine imkan tanıyacağı bilinmektedir. 1'e 1 doğal ölçüsünde genetik mimarlığın bakış açısından gerçek mimari üretmek için dijital teknolojileri kullanmanın örneklerinden biri (Şekil 2.3) Bernard Cache'nin Pavilion of De L'Orme olarak da bilinen *Barcelona Dijital Pavilion*'dır. Tamamen dijital ortam kullanılarak tasarlanıp üretilmiş bir binadır.

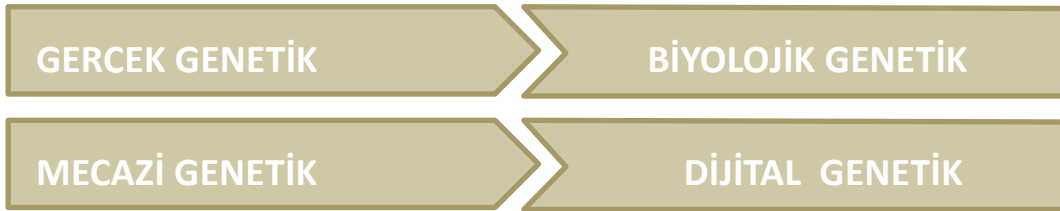


Şekil 2.3 : Bernard Cache'nin Barcelona Dijital Pavyonu (Estevez, 2009).

Bu tanımlara ek olarak Estevez (2005) 'dijital mimarlık', 'biyolojik mimarlık', 'yeni ekolojik-çevreci tasarım', 'dijital organisizm', 'organik mimarlık', 'biyonik mimarlık', 'biyomorfik mimarlık', ayrımlarını yapmakta ayrıca bunların dışında birçok farklı tanım ve değişkenden söz etmenin mümkün olduğunu ve "Genetik Mimarlık" yerine "Genetik Mimarlıklar" diye çoğul takısıyla kullanmasının

gerekçesini açıklamaktadır. Böylece genetik mimarlık “genetik mimarlık”lar” sınıfının alt kümesi haline gelmektedir. Bu konuya detaylı bir şekilde, üçüncü bölümde Estevez’in genetik mimarlığın sınırlarını belirlemek için yaptığı sınıflamalar kapsamında yer verilecektir. Teorik çerçeve belirlenirken tez kapsamında incelenen teorisyenlerin farklı farklı genetik mimarlığı anlama ve anlamlandırma çabası beşinci bölümde çizelgelerle karşılaştırılmalı olarak ifade edilecektir.

Genetik mimarlık kavramı son 15 yıldır gündemde olan çevresinde pek çok genç mimarı toplayan bir yaklaşımdır. Teknolojik gelişimin bu denli hızlı olduğu bir dönemde konuyla ilgilenen teorisyenlerin eş zamanlı olarak benzer kavramları ele alması kavramlar konusunda bazı karmaşıkların ortaya çıkmasına sebep olmuştur. Bunun sonucu olarak teorisyenlerin genetik mimarlık kavramları içerik olarak farklılık gösterebilmektedir. Tez kapsamında bu konuda çalışan teorisyenlerin ayrıldıkları noktalar irdelenecek ve özellikle üçüncü bölümde söylemlere yer verilip dördüncü bölümde bunların tablolaştırılması yapılacaktır. Ancak tez boyunca anlam kargaşasına düşmemek için gerçek genetik mimarlığın “biyolojik genetik mimarlık” ifadesiyle, mecazi anlamdaki genetik mimarlığın “dijital genetik mimarlık” ifadesiyle yer alması uygun görülmektedir (Şekil 2.4).



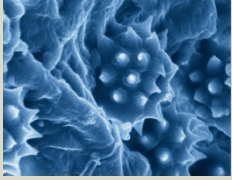
Şekil 2.4 : Genetik Mimarlık tanımlarının kullanımını için bir öneri.

Genetiği Mimarlık hedefleri karşılamak için ve gerçek boyutta mimari üretmek için yeni dijital teknolojilerin kullanımı üzerine çalışmalarına devam etmektedir. Doğal ve dijital öz-düzenleme (*digital self-organization*) sistemleri sayesinde kendiliğinden ortaya çıkıp gelişen malzemelerden yapılmış bu genetik, biyodijital mimarının faydalarını Estevez (2005) şu şekilde açıklamaktadır. “DNA ve yazılım yeni bir mimarlığın yeni malzemeleri olduğunda, genetik ve sibernetik⁶ sistemler yeni bir mimarlığın yeni sistemleri olduğunda bu faydaları görmek mümkündür. Doğal bir

⁶ **Sibernetik (cybernetics):** İnsanlar ile makineler, kontrol sistemleri ile otomatlar arasında kurulan iletişimin bilimi ve incelenmesi. Canlı ve canlı olmayan kendini-düzenleyen sistemler arasındaki ilişkiler, sibernetik araştırmanın örnekleridir.

yazılım gibi DNA ile çalışırsak doğal dünyanın müthiş büyük potansiyelini; yazılımla da dijital bir DNA gibi çalışırsak dijital dünyanın geniş olasılıklarını görmek muhteşemdir. Yeni bir mimarlığın şartlarını yeni biyolojik ve dijital teknolojilerin bize verdiği bir zamanda genetik ve sibernetiğin füzyonu olarak biyodijital mimari günümüzün konusudur” Bu bağlamda, Estevez (2005) aşağıdaki şemayı bu esas üzerine kurmaktadır.

Çizelge 2.1 : Alberto T. Estevez, üç çağın mimarlık şeması (Estevez, 2005).

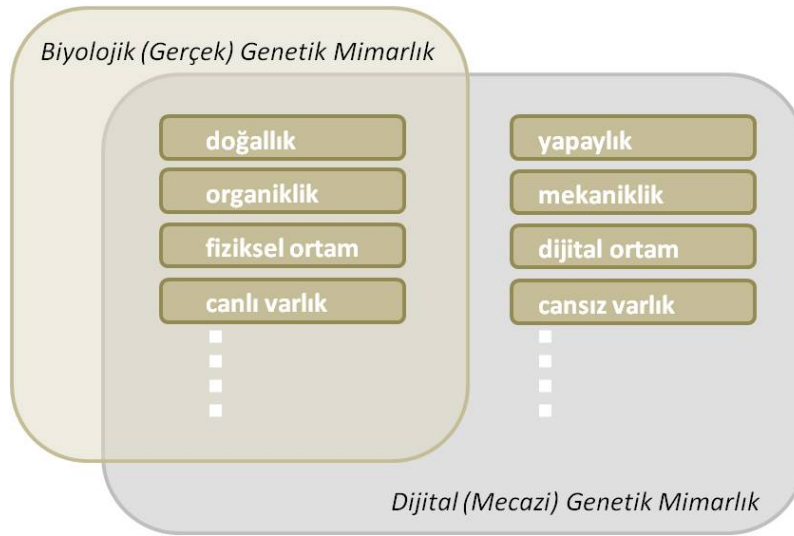
	Klasik Dönem(Geçmiş)	Modern (Günümüz)	Biyodijital (Gelecek)
Kronoloji	 ...19. yüzyıla kadar	 20. yüzyıl (ve bugüne kadar)	 21. yüzyıldan sonrası
Biçimsel sistem	Dikey	Yatay	Organik
Yapısal sistem	Sıkıştırma, küçülen yapılar	Çekme, uzayan yapılar	Yaşayan yapılar (doğal ve/ya dijital)
Materyal sistem	Taş, tuğla, ahşap	Beton çelik, plastik	Doğal DNA (bitki, kemik ve et) ve/ya dijital yazılım
Üretim sistemi veya süreç	Farklı her bir parçanın teker teker elle üretimi	Benzer parçaların makineleştirilmiş seri üretimi	Doğal büyüme ve/ya farklı parçaların robotlaştırılmış üretimi

Estevez (2005) genetik mimarlığı sınıflandırırken bu yüzyıla gelinceye kadar aşama aşama mimarlığın geçirdiği evrelerden bahseder (Çizelge 2.1). Klasik dönem (19. yüzyıla kadar olan dönem, geçmişin dikeyleştirilmesi, yapıların dar alanlara sıkıştırılması, yapıların taş ve tuğladan elle inşa edilmesi) ve modern dönemden (20. yüzyılda devam eden dönem, bugünün yataylaştırılması, çelik ve betondan yapılan

uzayan yapılar, mekanik seri üretimle aynı parçaların üretimi) sonra mimarinin içinden geçtiği evrimsel süreçte üçüncü bir basamağa, genetik bir döneme gelindiğini gösterir. (21. yüzyılda başlayan dönem, geleceğin organikleştirilmesi, bitkilerden ya da etten-kemikten yapılmış yaşayan yapılar, farklı parçaların sibernetik-dijital ortamda üretilmesi ya da kendi kendilerini üretmeleri)

2.2 Genetik Mimarlık Üzerine Düşünceler

Genetik mimarlığı mecaz anlamıyla ele aldığımızda karşımıza çıkan karşıtlıkların ara yüzünde yer aldığı görünür. Aslında gerçek anlamdaki Genetik Mimarlık söz konusu olduğunda bu karşıtlıklar ortadan kalkmakta, Genetik Mimarlık daha rafine ve tekil terimlerle ifade edilebilir bir durum sergilemektedir. Örneğin mecazi Genetik Mimarlık bugünün koşullarında ele alındığında doğallık kadar yapaylık da onun kavramı olmaktadır. Oysaki yapaylık gerçek genetik mimarlığın kavramlarından biri olamaz. Benzer şekilde organiklik kadar mekaniklik mecazi genetik mimarlığın kapsamına girerken organik olma durumu sadece gerçek genetik mimarlığın konusudur. Bu örnekler arttırılabilmektedir (Şekil 2.5).



Şekil 2.5 : Gerçek ve mecazi genetik mimarlığın kapsamı.

Genetik, evrim ve organizmaların ve sürekli sistemlerin fiziği üzerine araştırmalar yapan İngiliz bilim insanı Dr. Mae-Wan Ho genetiğin diğer disiplinlerle ilişkisi üzerine yayınlar yapmaktadır. Mimarlıkla ilgili olarak ‘Architectural Design’ (AD) dergisinin ‘Mimarlık ve Bilim’ (*Architectural and Science*) konu başlıklı sayısında

‘Organizmanın Yeni Çağı’ (*The New Age of the Organism*) adlı makalesi organizma ve mekanizma arasındaki ilişkileri sorgulamaktadır.

Ho, (2001) mekanik felsefenin yerini organik felsefenin aldığını söylemektedir ve mekanik evren ile organizmaların evreni arasındaki başlıca farklılıkları kendi oluşturduğu bir çizelgede (Çizelge 2.2) şu şekilde açıklamaktadır.

Çizelge 2.2 : Mekanik ve organik evren arasındaki farklar (Ho, 2001).

Mekanik evren	Organik evren
Durağan, belirleyici	Dinamik, evrim halinde
Bütün gözlemciler için evrensel nitelikteki ayrı, mutlak uzay ve mutlak zaman & uzay-zaman çerçeveleri	Uzay-zamandan ayrılamayan, bağımlı gözlemci
Uzayda ve zamanda basit konumlara sahip eylemsiz objeler	Birbirine geçmiş uzay-zamanlara sahip, delokalize edilmiş (mekandan soyutlanmış) organizmalar
Doğrusal, homojen uzay ve zaman	Doğrusal olmayan, heterojen, çok boyutlu uzay-zamanlar
Yerel nedensellik	Yerel olmayan nedensellik
Önceden belirlenmiş, katılım göstermeyen ve bu nedenle de etkisiz gözlemci	Yaratıcı, katılımcı; gözlemci ile gözlenenin bütünleşmesi

Gerçekten mekanizma ile organizma arasındaki farklılıklar, daha doğrusu mekanik bir sistem ile organik bir sistem arasındaki zıtlık göz önüne alındığında yukarıdaki gibi bir mukayeseyle karşı karşıya kalınmaktadır. Birincisi, mekanik sistemler uzayın ve zamanın *içinde* yer alırken, organizmalar esas itibariyle *uzay-zamandan* meydana gelmektedirler. Organizma, kendi uzay-zamanlarını kendi eylemleri doğrultusunda yaratmaktadır. Bu nedenle kendi uzay-zamanının kontrolünü elinde tutmaktadır ve bu zamanda dış dünyadaki saat ile aynı şekilde ilerlememektedir. İkinci olarak, mekanik sistemlerin kapalı bir dengeden gelen bir istikrarları olduğu bilinmektedir.

Denetleyiciler, tamponlar ve payandalar aracılığıyla sistem önceden belirlenmiş, sabit noktalara çekilmektedir. Ho'ya (2001) göre sistem tıpkı demokratik olmayan bir kurum gibi işler, hiyerarşi ile kontrol edilir: Bürosunda oturup yöneticilere emir vermekten başka hiçbir işe yaramayan bir patron ve patronun emirlerini işçilere iletip ne yapacaklarını söyleyen yöneticiler gibidir. Öte yandan bir organizma dinamik istikrara sahiptir. Dinamik istikrar ise esasında bir dengeye sahip olmayan açık sistemlerde elde edilir. Bu sistemlerde patronlar, denetmenler ya da belirli noktalar yoktur. Kökten bir biçimde demokratik olan bu sistemlerde herkes iletişim ve duyarlılık içerisinde karar verme sürecine ve çalışma ortamına dahil olur. Son olarak, mekanik bir sistem soyutlanabilir kısımlardan oluşur. Bu kısımların her birisi diğerlerinden bağımsız niteliktedir. Buna karşılık, organizma indirgenemez bir bütünlüktür; parça ile bütün birbirini kapsar (Ho, 2001).

Costa (2009) ise günümüz bilimsel hipotezlerindeki radikal ancak kararlı bir ekstrapolasyon, yaşamı tanımlamak için kullanılan özelliklerin normalde canlı olmadıkları düşünülen yani genetik çoğalımları veya ruhları olmayan birimlere uygulanabildiği görüşünü savunmaktadır. Aslında bu analogiler yaşam olayının karmaşıklık anlayışı ile bu bilgiyi diğer alanlarda dışa vurma potansiyelini ortaya koymaktadır. Costa'ya göre (2009) bu araştırmadan özellikle yarar görecektir olan bir bilimdalı, yaratma sürecinin kendisini de içeren hem canlı varlıklarda hem de diğer üretken süreçlerde var olan evrim, gelişim ve öz düzenleme (*self-organization*) süreçleriyle ilişkisi dolayısıyla “biyodijital mimarlık” tır. Ancak biyolojik sistemler karmaşıktır ve analogilerin yaratımı ve anlayışı da bu doğrultuda canlı varlıkların içsel süreçlerinde bunlarla etkileşim halinde olan dış faktörlerde gözlemlenen morfogenetik⁷ dinamiklere dayandırılmaktadır.

Frazer'e (1995) göre biyoloji ile mimarlık ilişkisindeki çok boyutlu gelişmeler, bu konunun mimaride nerede metafor veya analogi, nerede ilham kaynağı olarak kullanıldığının iyi analiz edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Genetik Mimarlık doğaya genetik müdahalede bulunur; biyotaklitçi tavır, yerini doğanın yeniden biçimlenmesine bırakır. Genetik mimarlıkla biyomorfik mimarlığın birbirinin karşıtı yaklaşımlar olduğu düşünülmektedir. Biyomorfik mimarlığın amacı

⁷ Morfogenetik: Bir organizma ya da parçanın yapısal olarak oluşturulması; farklılaşmasını ve gelişmesi sırasında, doku ve organların büyümesini anlatan biyolojik bir terimdir. Morfogenetik dinamikler ise bir canlının oluşumunu, davranışlarını ve diğer canlılarla olan ilişkilerini belirler. (<http://www.thefreedictionary.com/morphogenetic>)

doğada zaten var olan bir biçime cansız malzemeye ulaşmayı hedeflerken, genetik mimarlık canlı malzeme kullanarak önceden öngörülmeleyen ama sürecin ardından daha doğrusu sürecin bir sonucu olarak ortaya çıkan biçimi kabullenir. Biçime dair bir dayatma ya da önyargı tasarımın başlangıcında ve sonraki aşamalarında mevcut değildir.

Bir tasarımcının öngörülerini doğrultusunda işlenebilen, değiştirilebilen genetik kodlar önce dijital ortamdaki yansımaları ile mimarlığın konusu haline gelmiştir. Genetik kodların matematiksel veriler olarak işlenebilmesi, kodların birer tasarım malzemesi olabilmesini sağlar. Dijital ve gerçek fiziksel ortamlar arasındaki ilişki, dijital ortamdaki gibi matematiksel formüllerle şekillenebilen, programlanabilen bir maddenin gerçek ortamda kullanılabilmesi ile sağlanabilir. Tüm canlı hücrelerde bulunan DNA, gerçek fiziksel ortam ve dijital ortam arasında ilişkinin kurulması için bir ortak bileşen olabilme potansiyeli taşır. Bu durum, dijital ortamda tasarlanan mimarlık ürünlerinin, gerçek fiziksel ortamda gerçekleşmesi hayali için bir olasılık oluşturmaktadır. Genetik teknolojisinin ilgi alanı olan bu malzeme, mekanla ilişkilendirildiğinde mimarlığın konusu haline dönüşür.

Canlı malzemeye mimarlık, dijital ortam mimarlığının hayal ettiklerini, genetik teknolojisinin olanaklarıyla, yani DNA'nın tekrar kodlanabilmesi ile üretilebilecek mimarının gelecekte gerçekleşmesi ihtimali, çevresel kaynakların azalması, teknolojik ilerleme ve mimarların bu konuya giderek daha fazla ilgi duymasıyla, her gün daha da güçlenmektedir. Bu durum, dijital mimarının, gerçek fiziksel ortamdaki olası yansımalarından biri ve dijital mimarının bir sonraki adımı olarak düşünülebileceği gibi; tam tersi bir bakış açısıyla bilgisayar teknolojilerinin biyolojik analogiler ile hareket etmesi yüzünden (bu konu karmaşıklık ve kaos kuramı ile açıklanmaktadır), dijital mimarının, DNA'nın keşfinden sonra, mimarlık için bir ara adım olarak düşünülebileceğini gösterir.

Lenoir (2004) "Sanat Yapıtı" kitabında "Doğaya dönüş, kendi yasalarını, bunların zayıflıklarını görmeksizin dayatan gerileyiş halindeki sanatlara yeni bir anlam kazandırma aracı olarak görünür" ifadesini kullanır. Fakat, Genetik Mimarlık anlayışı bunu amaçlamaz. Genetik Mimarlık doğa ile kurduğu ilişkide doğayı yücelterek ona yönelmenin mimarlığın kurtuluşu olduğu çıkarımına uymamaktadır. Mimari ürün bir yaşam çevresine ihtiyaç duyar. Buradaki mimari ürün bir canlının

özelliklerini taşıdığından, çevrenin yaşanılabilirliği önemlidir, çevresel etkiler de birer tasarım girdisidir.

Genetik Mimarlık, biyotaklitçi mimariden hem amaç hem malzeme yönünden ayrılır. Bir canlıya benzeyen ama canlı olmayan bir yapı yapmak yerine, bir canlıya biçim verme durumu bu keskin ayrıma sebep olur. Çünkü, Genetik Mimarlık, müdahale edilmiş doğadır ve müdahale edilmemiş doğa gibi görünme amacını taşımaz. Biyotaklitçi tavır, bir “cansız”ı bir “canlı” imiş gibi tasarlama tutarsızlığını barındırır. Bir yapının bütün olarak biyolojik dokulardan üretilmesi mümkün olabilmektedir, ancak kısa vadede, farklı aşamalarda farklı gelişmeler öngörmenin bir olasılığı olmayabilir.

2.3 Genetik Mimarlığın Oluşum Sürecindeki Kırılma Noktası

Genetik mimarlık kavramı bu iki sözcük yan yana kullanılmadan önce konunun hazırlayıcısı olan pek çok olayla ilişkilendirilebilir. Sadece mimarlık değil onunla birlikte anılan disiplinlerde de değişimin yaşanmış olabileceği olasılığından yola çıkılarak genetik mimarlığın oluşum sürecini etkileyen gelişmelere bu bölümde yer verilmiştir. Biyoloji, ekoloji ve teknoloji alanındaki gelişmeler daha detaylı bu bölümde ayrı başlıklar altında incelenirken felsefe, matematik gibi disiplinlerin katkısından da bahsedilmiştir.

2.3.1 İnsan Genom ⁸Projesi

1975-2000 yılları arasındaki dönem pek çok açıdan geçtiğimiz yüzyılın en etkileyici (aynı zamanda en iyi duyurulmuş) ilerlemelerine sahne olmuştur ve bunların gerçekleşmesindeki en büyük pay, bir yandan 1970’lerin ortasında ortaya çıkan rekombinant DNA teknolojisine, öte yandan da 1990’da başlatılan İnsan Genom Projesi’ne (Human Genom Project –HGP) aittir.

İnsan Genom Projesi 100.000 olduğu tahmin edilen insan genlerinin yapılarının, genomdaki yerlerinin ve fonksiyonlarının anlaşılabilmesi için insan genomunu

⁸ **Genom:** Bir organizmadaki kalıtsal malzemenin bütününe (genelde, tüm kromozomlarındaki DNA dizilerinin tamamına) genom adı verilir. İnsan genomunun (kromozomlarda yapılanmış üç milyar baz çiftinin, DNA bütünü) yapısını, bileşimini ve evrimini inceler ve DNA’da biyolojik bir anlamı olabilecek birimleri (genler, çevrilmeyen transkripsiyon birimleri, mikroRNA’lar, düzenleme üniteleri, transkripsiyon faktörleri olan promotörler, CNG alfa ve beta kanalları vs.) tanımlamaya çalışır.

oluşturan 3 milyar bazın diziliminin belirlenmesi için başlatılmıştır. Bu proje ile gerçekleştirilmek istenen temel hedefler insan genomunun ayrıntılı analizinin yapılmasıdır ancak bu çalışmaların tıp alanında doğurduğu sonuçlarının ve faydalarının yanı sıra diğer disiplinleri de etkileyen sonuçları olmuştur. Bunlardan Genetik Mimarlıkla ilgili olanı ise haritalanan genlerin fonksiyonlarının anlaşılabilmesidir. Kullanılmaya başlanmış olan DNA çipleri yoluyla gen ürünlerinden yararlanarak genomda fonksiyonu bilinmeyen gen dizilerine fonksiyon bulunmasına olanak veren mikrodizilim (*microarray*) teknolojisinin hız kazanıştır. Bir takım özelliklerinin şifresini taşıyan kalıtsal materyalindeki (DNA) genetik bilginin temelini oluşturan nükleotidlerinin dizilimi belirlenmiştir. Bu temel bilginin ortaya konulmasını biyoteknoloji endüstrisine önemli bir basamak oluşturmuş dolayısıyla mimarlıkta kullanılan tasarım yazılımlarının gelişmesine imkan vermiştir.

Çizelge 2.3 : Kalıtım şifresinin tarihsel süreci (Bilim ve Teknik, Mart 2001).

Tarih	Biliminsanı	Açıklama
1865	Gregor Mendel	Kalıtımın ilk yasalarını buldu. Bu yasalar kalıtsal özellikleri düzenleyen bağımsız ve yeniden üretilebilen elementlerin varlığına dayanıyordu.
1910	Thomas Morgan	Genleri taşıyanların kromozomlar olduğunu ortaya çıkardı. Bu çalışmasıyla 1933'te Nobel Ödülü kazandı.
1944	Oswald Avery, Colin McLeod, McLyn McCarthy	Kromozomların sanıldığı gibi proteinlerden değil DNA'dan "yapıldığını" gösterdiler.
1953	James Watson, Francis Crick	DNA'nın ikili sarmal yapısını keşfettiler. Araştırmacılar, bu çalışmalarıyla 1962 yılında Nobel Ödülü kazandılar.
1977	Allan Maxam, Walter Gilbert	İngiltere tıp araştırmaları konseyinden (Medical Research Council-MRC) Frederick Sanger birbirlerinden bağımsız olarak DNA dizilişini bulma yöntemleri geliştirdiler.

İnsan Genom Projesi birbirini takip eden bilimsel çalışmaların uzantısı sonucu gelinen en son çalışmanın adıdır. Bunlarda insan genom projesinin arka planını oluşturur. Bu çalışmalar Çizelge 2.3’de sıralanmıştır.

1900’deki dönüm noktasından önce ne de ondan sonra, kalıtım alanında çalışan araştırmacıların hiçbiri kalıtsal öğeleri düz anlamıyla atomlar olarak düşünmemiş olsa da fizik ve kimyanın temel birimleriyle aralarında kurulmuş olan analoji kafalarda gezinmeyi alttan alta sürdürmüştür. E. B. Wilson’ın da 1923’te yazdığı gibi, “Salt çalışma araçları olarak görülseler bile, bu kavramlar, neredeyse atom kuramının fizik ve kimyadaki pratik değeri ile karşılaştırılabilecek pratik bir değere sahiptir” (Wilson, 1923)

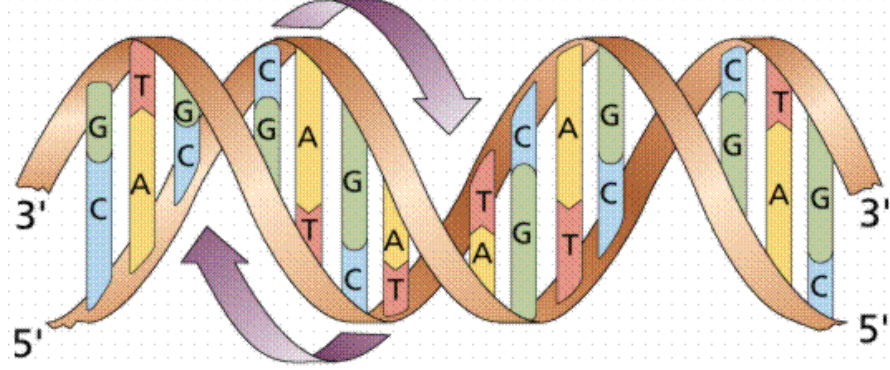
İnsan Genom projesi 1990 yılında uluslararası işbirliği temeline dayalı olarak çeşitli ülkelerin üniversite ve araştırma enstitülerinin ve bazı özel firmaların oluşturduğu bir komisyonun yoğun çalışmalarının sonucu insan genetik yapısının aydınlatılması ve insanın genetik şifresinin çözülmesiyle sonuçlanan uzun soluklu bir projedir. 2001 de kamuoyuna duyurulan ara sonuçlardan insan genomunun fiziksel haritasının %96 oranında tamamlandığı anlaşılmıştır.

Proje, insan genomundan 175.000 baz çiftlik parçalar yapay bakteri kromozomlar⁹ haline getirip bakterilerde çoğaltılarak gerçekleştirilmiştir. DNA’nın (Şekil 2.6) dizi çözümlemeleri yapıldıktan sonra, parçaların birbiriyle örtüşen dizileri belirlenmiş ve her parçanın özel enzimlerce kesilme profili kaydedilerek genomdaki yeri saptanmıştır. Bu çalışmalarda otomatik DNA dizi analiz teknikleri ve bilgisayar teknolojilerindeki hızlı gelişmelerin büyük katkısı olmuştur.

Chu’ya (2004) göre insanlık tarihinin ve bununla birlikte insan merkezli zaman algısının, tarihin ve mimarînin sonunun geldiğini Genom Projesi’nin tamamlanmasından daha iyi gösteren başka bir olgu bulunmamaktadır. İnsan Genom Projesi yalnızca insana özgü olmayan bir dilde yazılmış özgönderimsel bir insanlık dizidir. 20. yüzyılın ikinci yarısında biogenetik ve hesaplama biliminin yollarının

⁹ **Kromozom:** Tüm yaşayan organizmalar hücrelerden oluşur. Her hücrede aynı kromozom kümeleri bulunur. Kromozomlar DNA dizileri olup, tüm organizmanın örneği olarak hizmet ederler. Bir kromozom gen adı verilen DNA bloklarından oluşur. Her gen belirli bir proteini kodlar. Basitçe, her genin, örneğin göz rengi gibi bir özelliği kodladığı söylenebilir. Bir özellik için olası ayarlar, (Örn. Mavi, Yeşil) alel olarak adlandırılır. Her gen kromozom üzerinde kendine ait bir konuma sahiptir. Bu konuma yörünge (“locus”) adı verilir. Tüm genetik malzeme kümesine (tüm kromozomlar) genom adı verilir. Genom üzerindeki belli gen kümelerine genotip adı verilir. Genotipler, doğumdan sonra gelişmeyle fenotiplere - canlının göz rengi, zekâ v.b. fiziksel ve zihinsel özellikleri- dönüşür.

kesişmesiyle mümkün olmuş olan nsan Genom Projesi, yardımcı düşünce gücünün fiziksel gerçekliğin olası dünyalara dönüştürülmesindeki etkisini simgeler. (Chu, 2004)



şekil 2.6 : nsan genomundaki DNA dizilimi (Klug ve diğ. 2003).

2.4 Genetik Mimarlığın Diğer Disiplinlerle İlişkisi

Hesaplama bilimini genel çerçeveden ele alındığında matematik bilimi olarak yorumlanabilecekse Genetik Mimarlığın ilk sırada ilişkili olduğu disiplinler biyoloji ve matematik olduğunu söyleyebilir. Bu iki disiplin Genetik Mimarlık bağlamında ilişkilenmeden önce farklı sebeplerle birbirine yakınlamışlardır. Biyolojinin matematiksel olarak ifade edilebileceğine yönelik ilk alışmalar 20. Yüzyılın başlarında başlamıştır. Hayvanbilimci Wentworth D'Arcy Thompson'ın çalışmaları bu yakınlamada başrolü oynamıştır. D'Arcy Thompson canlı türlerinin maddesel hallerini onları etkileyen glerin bir grafiği olarak değerlendirmiştir (Thompson, 1992). Canlılar fiziksel maddelerden yapılmışlardır ve cansız varlıklarla aynı glerin etkisi altında kalırlar. Bu nedenle fizik ve geometri en az doğal seleksiyon (*natural selection*) kadar önemlidir. Onun kafa tasları, kalça kemikleri ve farklı türlerin vücut yapıları arasında bulduğu benzerlikler; yeni bir analiz yönteminin ortaya çıkmasına, biyolojinin matematikleştirilmesine neden olmuştur. (Weinstock, 2010).

Benzer şekilde fizik kanunları bu kanunları hesaplanabilir kılan matematiğin kendisini üretir. Hesapbilim ile fizik arasındaki bu girift bağın keşfedilmesi, fiziksel süreçlerin aslında hesaplamanın türleri olduğunun farkına varılmasına ve bu konunun derinlemesine araştırılmasına neden olmuştur. Hiçbir açıklama bu gerçeği Stephen Wofram'ın Hesaplamalı Eşdeğerlik İlkesinden daha açık ifade edememektedir. Wofram bu gerçeği şu şekilde ifade eder: 'İster insan çabasının sonucunda ister

kendiliğinden ortaya çıksın, bütün süreçler hesaplamalar olarak algılanabilir.’ (Wofram, 2002)

2.4.1 Biyoloji ve genetik mimarlık ilişkisi

Dijital kodların, genetik kodlardan analogiler taşıdığı bilinmektedir. Fakat dijital kodlar, genetik kodların basitleştirilmiş halleri gibidir. Çünkü gerçek ortam kontrol edilemez ve kaotiktir, dijital ortamda ise çeşitli parametreler vardır. Parametreler çoğaldıkça ve çeşitlendikçe, dijital ortam gerçek ortama yaklaşmış olur. Türk Dil Kurumu Sözlüğü’nde de belirtildiği gibi, “kod” kelimesi Türkçe’de, harf ve şifre anlamıyla da kullanılmaktadır. “Genetik kod” ise biyolojide, mRNA boyunca üçlü gruplar halinde bulunan ve protein sentezleme sırasında üretilen aminoasit dizilerinin düzenini belirleyen nükleotid dizileri olarak tanımlanmaktadır (Klug ve Cummings, 2003). Bu aminoasit dizilişleri her canlıya ait karakteristik özellikleri belirlediğini göstermiştir. Dijital kod ise analog¹⁰ sinyalleri, dijital özellikli hale dönüştüren şifrelemedir.

Schrödinger “What is Life” isimli kitabında “yaşayan bir organizmanın uzaysal sınırları içerisinde olan zaman ve mekandaki olayların fizik ve kimyayla nasıl açıklanabileceği” sorusuna değinmiştir. Schrödinger öncelikle bu soruyu olumsuz şekilde yanıtlamıştır: fiziksel kimya o zamanlar biyolojik olayları açıklayamamıştır. Schrödinger’e göre (1999) canlı organizmaların temel kısımlarının yapısı fizikçi ve kimyacıları meşgul eden öznenin yapısından farklı görünmektedir. 1944 yılında yazdığı bu kitabın büyük bölümü hücrenin en önemli kısmı olduğunu düşündüğü yapı hakkındaki varsayıma dayanmaktadır ki bu da hücre çekirdeğinde bulunan kromozomlar yani çekirdek genomudur. Bunun fonksiyonunu şu şekilde açıklamıştır:

Bireyin gelecekteki gelişiminin ve yetişkin durumundaki işlevinin tüm modelini bir tür şifreli düzen içerisinde mikroskop altında gördüğümüz kromozomlar ya da belki de sadece bir aksiyal iskeletin lifleridir. [...] ancak buradaki şifreler bütünü olarak ifade edebileceğimiz terim oldukça sınırlıdır. Bu kromozom yapıları aynı zamanda öngördükleri gelişimi sağlamakta da etkilidirler. Bunlar hukuk kanunları ve yürütme gücüdür; ya da bizim için bir başka benzetme yapacak olursak bir mimarın planı ve işçinin zanaatıdır. (Schrödinger, 1999)

¹⁰ **Analog (analogue):** Voltaj ve frekans gibi sürekli değişken haldeki sinyallerle verilerin kodlanması. Ses ve video kayıtları için kullanılan daha önceki manyetik kasetler, ikili formdan ziyade analog süreçle üretiliyordu. Dijital aygıtlar, sıfırlı ve birli ikili sistem vasıtasıyla enformasyonu ayrı birimler halinde kodlarlar.

Temel biyolojinin artık çok gerilerde kaldığı bugün hiçte yadırganmayan bir gerçekliktir. Bugünlerde biyoloji, mekanik çağa dört elle sarılmış durumda görünmektedir. 1950 lilerin ikinci yarısında çift sarmallı DNA'nın keşfi kamu bilincinde kendisine kalıcı bir yer edinmekle yetinmeyip, mekanik ve indirgemeci bir biyolojinin hakim olduğu yüzyılın doruk noktasını oluşturmaktadır. Mekanik ve indirgemeci biyoloji, bütünün parçaların bir toplamı olduğu fikrine dayanmaktadır ve neden ile sonucun basit bir ilişki taşıyıp net bir biçimde birbirinden ayrılacakları gerçeğine dayanmaktadır. Bu keşif sayesinde kalıtım birimlerinin maddesel tabanını (yani organizmaların ve onların döllerinin karakterini belirlediği tahmin edilen genleri) bulma amaçlı arayış sona ermekte ve ancak bu durumda, genetik determinist paradigma kendisine hakim bir yer edinmektedir. Bunu takiben doğan moleküler biyoloji de şu anda hüküm sürmekte olan “rekombinant DNA araştırması” ve “ticari genetik mühendisliği biyoteknolojisi” çağını başlatmaktadır. (Klug ve Cummings, 2003).

Ho'ya (2001) göre çok az kişi tarafından fark edilen bir gerçek ise rekombinant DNA araştırmalarının elde ettiği başarıların, genetik determinist paradigmanın temellerini bundan en az on yıl önce tamamen çürüttüğüdür. Mekanik fizik ile kuantum fiziği arasındaki geçişe paralel olarak genetik biliminde gerçek bir devrim yaşanmıştır. Yeni genetik bilimi, mekanik biyolojinin çöküşünün sinyallerini verir. Bu yeni genetik, eski bakış açısına taban tabana zıt olan organik perspektife uyum gösterir. Organik perspektif ise bu zaman diliminde diğer bilim dallarında filizlenen bir bakış açıdır. Eski, kombinant öncesi DNA genetik bilimi ile yeni genetik bilimi arasındaki farklılıklar aşağıdaki Çizelge 2.4'de sıralanmıştır. (Ho, 2001)

Klasik fizikten kuantum fiziğine geçişle yaşanan paralelliği anlatmanın en iyi yolu “gen” kavramına odaklanmaktan geçer. Gen eski genetik bilimine göre tanımlanırsa “gen”, aralıksız bir DNA şerididir, temel bir dizilişi ile genomda sürekli, sabit bir konumu vardır. Genin genomdaki konumu, üst üste binmeyen üçlü bir dizgi aracılığıyla tek bir proteinin aminoasit dizilişini belirler. Proteinin aminoasit dizilişi ise onun organizmadaki işlevini belirler. Genetik şifre ise (kod) evrenseldir. DNA'dan “haberci” RNA'ya ve proteine doğru “tek yönlü bir bilgi akışı” yaşanır ve bunun tersi bir bilgi akışı söz konusu değildir. Bu anlayışa göre geni yeniden tanımlandığında, sınırları belli ve soyutlanabilir bir gen kavramının oluştuğu görülmektedir (Ho, 2001).

Çizelge 2.4 : Eski ve yeni genetik bilimi arasındaki farklar (Ho, 2001).

Eski Genetik Bilimi	Yeni Genetik Bilimi
Genler, karakterleri doğrusal ve ekleyici bir şekilde belirlerler.	Genler karmaşık, doğrusal olmayan ve çok boyutlu bir ağda çalışırlar. Her bir genin eylemi diğer bütün genlerle bağlantılıdır.
Genler ile genomlar sabittir. Nadiren rastlanan tesadüfi mutasyonlar dışında bir sonraki nesle değişmeden aktarılırlar.	Genler ve genomlar dinamik ve akışkandır. Gelişim sırasında ya da metabolik regülasyonun geribildirimi sonucunda değişebilirler.
Genler ve genomlar doğaya cevaben doğrudan değişim gösteremezler.	Genler ve genomlar doğaya cevaben doğrudan değişebilirler. Bu değişiklikler müteakip nesiller tarafından devralınır.
Genler dikey olarak devredilirler. Bu şu anlama gelir: Türler arasındaki ırk karışmalarının bir sonucu olarak her türün izole bir ‘gen havuzu’ vardır.	Genler aynı ya da farklı türlere mensup bireyler arasında yatay olarak değiş tokuş edilebilirler.

Genetik terimi 1906 yılında William Bateson’un uluslararası Botanik Kongresi’ndeki şu sözleriyle kullanıma girmişti: “Fizyolojide yeni ve sağlam bir dal oluşturulmuştur. Bu alana genetik adını verebiliriz.” Gen terimi ise üç yıl sonra Wilhelm Johannsen tarafından ortaya atılmıştır. Bu dönemde “gen”in tam olarak ne olduğunu kimse söyleyemiyordu. “Darwin’in gemmules (pangenes” de görev alan birimler), Weismann’ın determinants, ya da de Vries’in pangens gibi öncül terimlerinde var olan önoluşumcu izleri taşıyan yeni bir sözcüğü ilk sarfeden Johannsen oldu” (Keller, 2000)

Morgan’a (1928) göre o dönemde genetikçiler arasında genlerin ne olduğu -gerçek mi yoksa tamamen hayal ürünü mü olduğu – konusunda bir fikir birliği yoktu. Ancak daha o dönemde Morgan için de genler tartışmasız bir biçimde gerçek, maddi varlıklar haline gelmiş, fizik biliminin atom ve moleküllerinin de Vries’in deyişiyle “birleşimleri, canlılar dünyasına ait fenomenleri açıklamayı mümkün kılan

özelliklere sahip- biyolojik analogu konumunu almışlardı. James D. Watson ve Francis Crick'in 1953 yılında zafer edasıyla yayımladıkları makaleleri "DNA'nın strüktürü" bu konuda çok önemli bir kırılma noktası olmuştur. Dolayısıyla yüzyılın ortalarında gen, maddi gerçekliğine ilişkin tüm şüpheleri geride bırakmış ve biyolojiyi bütünleştirebilecek temel kavram haline gelme yolunda ilerlemeye başlamıştı. Dahası, genetik maddenin DNA olduğunun saptanmasıyla, klasik genetiğin tekniklerinin yerlerini moleküler genetiğin güçlü tekniklerine bıraktığı yeni bir analiz çağı başlamıştı (Keller, 2000).

Klasik genetiğin yönteminin temelinde mutasyonların¹¹ geçmişe doğru kuşaklar boyunca izlenmesi yatmaktadır. Bu bağlamda, kuantum mekaniğinin ortaya çıkışının biyologlar – özelliklede temel birimler açısından fiziği model olarak görmeyi sürdürenler – için rahatlatıcı bir etkisi olduğu söylenebilmektedir. Genetikçi H. J. Muller de bunlardan biridir. 1921'de şöyle yazmıştı: "...kendi kuantum kuramına sahip olan sadece fizik değildir. Biyolojik evrimin de kendi kuantumları vardır – bireysel mutasyonlar" Muller, bundan kısa bir süre önce fizik ile biyolojinin temel sorunları arasındaki garip benzerliğin farkına varmıştı. Ayrıca tıpkı öğelerin transmutasyonunu yönlendirme gücünün "cansız maddeyi pratikte emrimize amade" hale getirmesi gibi, mutasyona etki etme yollarının bulunmasının da "evrim sürecini elimize teslim edebileceğini" ileri sürmüş, sonuç olarak da şunu ilan etmişti: "Mutasyon ve Transmutasyon – güce ulaşmak için kurduğumuz gökkuşağından köprünün iki temel taşı" (Muller, 1927)

Jacob 1982'da Genetiğin yeni bir bilim olduğuna dair görüş bildirmiş ve şöyle devam etmiştir: "Bu disiplinde de bazı kavramlar netleşmiş değil ve bilim dalları arasında tartışmalar var". Jacob disiplini kendi içinde tartışırken bilgisayar teknolojilerinden de beslenip bazı benzetmelerden yararlanmaktadır. Örneğin genetik

¹¹ **Mutasyon:** bir canlının genomu içindeki DNA ya da RNA diziliminde meydana gelen kalıcı değişimlerdir Mutasyona sahip bir organizma ise mutant olarak adlandırılır. Mutasyon doğal canlının genetik özelliklerinin yani, DNA'sını etkileyen değişimlerdir. Canlıların karakterlerini nesilden nesile aktaran genetik materyalde, yani kromozom veya genlerde meydana gelen ve kalıcı olabilen ani değişiklikler. Mutasyonlar, çeşitli sebeplerle organizmalarda zaman zaman ortaya çıkan ve tabiatla çok az rastlanan genetik mesajdaki sapmalardır. **Mutasyonlar**, farklı genotipli organizmaların ortaya çıkmasına neden olur ve bu farklılıklar da farklı fenotiplerin oluşmasıyla sonuçlanır. Birçok mutasyonun organizmanın fenotipi, sağlığı ve (doğal seçimle ilgili) üreme uyumu (İng. *fitness*) üzerinde az bir etkisi vardır. Etkisi olan mutasyonlar genelde zararlıdır ama bazen, organizmanın içinde bulunduğu çevre koşulları bağlamında yararlı denebilecek mutasyonlar da olur.

Kaynak: <http://mutasyon.nedir.com/#ixzz2JN2Q21CF>

programlama kavramını ortaya atan Jacob genlerin çalışma sistemini bir bilgisayar programına benzetmektedir. (Jacob, 1982)

Genetik Programlama: Program terimi, moleküler biyoloji literatüründe ilk kez Jacob ve Monod'nun (1961) 'Protein Sentezinde Genetik Düzenleme Mekanizmaları' (*Genetic Regulatory Mechanisms in the Synthesis of Proteins*) isimli makalelerinde kullanılmış ve çok hızlı bir biçimde yaygınlaşmıştır. Bu terim, gelişim konusundaki yaklaşımlar için, daha önceden kullanılan gen etkinliği kavramına göre belirgin avantajlara sahip yeni bir metafor sunmuştur. Program metaforu, daha önceki metaforun izin vermediği türden gen etkileşimlerine izin vermiş; bilgisayar bilimindeki yeni gelişmeler ile güçlü bir uyum sağlamış ve belki de en önemlisi, gen düzenlemesine ilişkin yeni araştırmaları kapsamı içine alabilmiştir. Ancak Jacob ve Monod'nun önerilerindeki yenilik, basit bir gelişim programı değil, tamamı genomda yer alan bir program düşüncesidir. Bir başka deyişle, bu yenilik “genetik program” düşüncesidir. (Keller, 2000)

Jacob, (1982) kalıtım konusundaki araştırmaların tarihine ilişkin kitabında organizmayı “kalıtımı tarafından dikte edilmiş bir programın gerçekleştirilmesi” olarak tanımlamıştır. Ayrıca “kalıtım, kimyasal radikallerle kodlanmış bir program olarak tanımlandığında, (gelişim denen) paradoks ortadan kalkar” görüşünü savunmuştur. Jacob program terimini tanımlama gereği duymamış, bunun elektronik bilgisayarlardan ödünç alınmış bir model olduğunu söylemekle yetinmiştir. Kısacası yumurtadaki genetik maddeyi, bilgisayarın manyetik bandıyla eşit saymıştır.

Burada anlatılmak istenen genetik disiplininin bakılan bir perspektifle tartışmaları aydınlatmak değil, genetik bilimiyle bilgisayar teknolojilerinin nasıl iç içe geçtiğini vurgulamaktır. Sanıldığı üzere bilgisayar teknolojileri genetik biliminin kavramlarını devşirerek, analogiler yoluyla temelini oluşturmaz. Genetik Bilimi de zaman zaman bilgisayar teknolojilerinden yararlandığı tartışmalarla yoluna devam etmektedir.

Bilgisayarın, moleküler biyoloji için, “program” haricinde daha pek çok metaforun çıktığı paha biçilmez bir kaynak olduğu şüphe götürmemektedir. Ancak genetik program kavramı tek başına bilgisayara atfedilemez. Bu analogi aklımızı ne denli çelirse çelsin, yumurtadaki genetik maddeyi bilgisayarın manyetik bandı ile eşitlemek, bu maddenin kodlanmış bir program içerdiği anlamına gelmez; örneğin bu maddenin, hücrede başka bir yerde bulunan bir program tarafından işlenecek

kodlanmış verileri barındırdığı da pekala düşünülebilir” (Atlan ve Koppel, 1990). Gerçekten de, genetik programın moleküler biyologlar arasında böyle büyük bir popülerlik kazandığı dönemde, program metaforu, bilgisayar mühendisleri ve gelişim biyologları arasında oldukça farklı bir şekilde kullanılmıştır- gelişim programı şeklinde (örneğin genoma) yerleşmiş olarak değil, döllenmiş yumurtanın her yerine yayılmış olarak düşünülmekteydi. (Keller, 2000)

Hücreler insanları da içine alacak şekilde, her türlü biyolojik yaşam biçiminin yapısını oluşturan tuğlaları, temel birimleridir. Bu konuda önemli olan nokta, pek çok çeşitli hücre türünün bulunmasına karşın, tüm bu hücrelerin biyolojik temelini aynı olmasıdır. Onların bu özelliği “biyokimyanın birlik ve bütünlüğü ilkesi” olarak bilinir. (Lederberg, 1989)

Genetik mimarlığın yapı taşının sadece canlı bir organizma olamayacağı yine genetik biliminin kendi içinde saklıdır. Genetik biliminin telaffuz edilmeye başlandığı 1900’lü yıllarda bilim insanları genin nasıl bir yapıya sahip olduğuna dair araştırmalarını kimya, fizik üzerinden yapmış genin fizikteki atom modeline benzetilebileceğini, hatta kimyasal bir madde olarak kabul edilebileceğini belirtmişlerdir. Hatta bunlar içerisinde Delbrück’ün modeli olarak söz edilmeye başlayan, genin sadece büyük bir molekül olmayıp “aperiyodik bir kristal ya da katı bir cisim” olduğu şeklindeki daha radikal olan çıkış da mevcuttur. (Delbrück, 1948)

Bugün genetik mimarlığın kavramlarından bazıları henüz netlik kazanmış değildir ve benzer şekilde hangi disiplinin hangi disiplinden kavram devşirdiği belirsizdir. Özellikle genetik mimarlık kendi kavramları ve dijital teknolojilerle arasındaki kavram geçişlerinde bu görülmektedir. Genetik mimarlığın embriyo aşamasını mı yoksa gelişim aşamasını mı yoksa her ikisini mi kastettiği belli değildir.

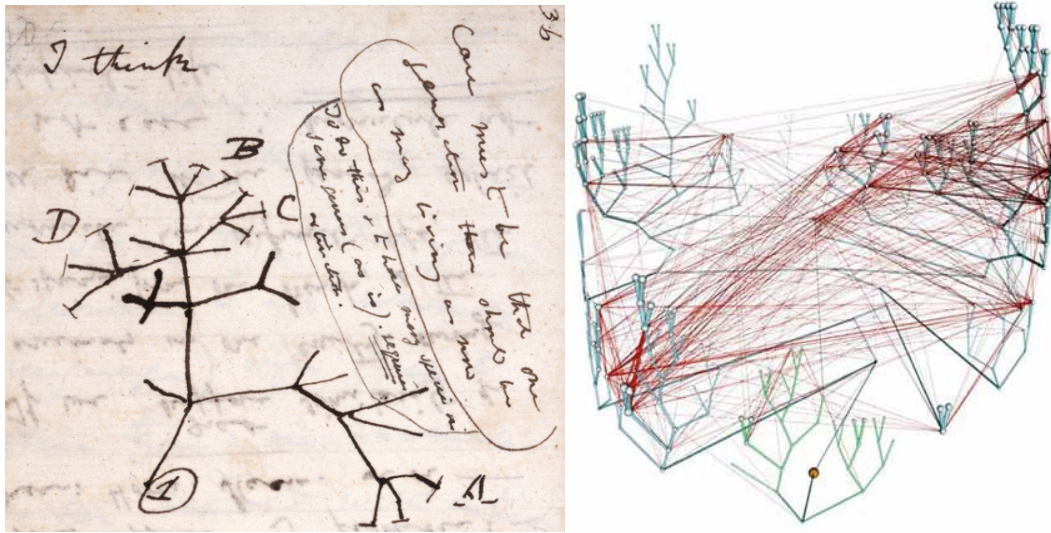
Genetik mimarlığın biyoloji bilimiyle ilişkisini düşündüğümüzde genetik kavramının kalıtımla olan yakın alakasından dolayı, kalıtımın nesilden nesile aktarılmasıyla oluşan evrim sürecinin de genetik konusunun bel kemiği olduğu düşünülmektedir.

Felsefi açıdan bir olgunun ortaya çıkması esnasında bileşenlerin değişime uğramaları ile ilgili süreç "evrim" kelimesi ile ifade edilmektedir. Cevizci (2005) felsefede kullanıldığı haliyle evrimi şöyle tanımlamıştır. “Bir şeyin, bir değişim ve gelişimler dizisi, derece derece gerçekleşen bir değişim süreci içinde, daha kompleks, daha farklı bir organizma ya da organizasyona doğru gelişmesi, dönüşmesi. Bir şeyin

potansiyelinin belli bir sonuç hedef ya da amaç yönünde gelişmesi. Değişme ya da oluş türlerinden biri olarak, ağır ağır, farkına bile varılmadan gerçekleşen değişim” Cevizci’inde vurguladığı üzere evrim zamanla ilgili bir kavramdır. Ancak dijital ortamda yapılan genetik mimarlıkta bu süre kısaltılabilir. Gerçek bir organizma gibi belirli bir olgunlaşma süreci döllenme zamanı yumurtlama süreleri yoktur.

Bu bağlamda, biyolojide çeşitli hayvan ve bitki türlerinin daha önceki zamanlarda yaşamış hayvan ve bitki türlerinden türediklerini ve bu türler arasındaki farklılıkların kuşaklar boyunca ve uzun bir zaman dilimi içinde, aşama aşama geçirilen değişikliklerden kaynaklandığını öne süren teoriye, tüm hayvan ve bitki türlerinin birbirlerinden türediklerini ve bundan dolayı, canlılar dünyasında bir kesinti ya da kopukluk olmadığını savunan kurama evrim teorisi denmektedir.(Cevizci, 2005)

Evrin kuramı canlıların biyolojik olarak nasıl çoğaldıklarını açıklayan bir kuram olmasına rağmen bugün farklı disiplinlere adapte edilerek bir model gibi kullanılır hale gelmiştir. 1937’de ilk kez Darwin tarafından çizilen, (Şekil 2.7) evrimin dallanarak fakat aynı zamanda mikroorganizmalar arasındaki gen alışverişiyle (kırmızı çizgiler) nasıl ilerlediğini gösteren yaşam ağacı (aşağıda), halen oldukça karmaşık ve çok boyutlu bir bilgisayar modeli olarak karşımızda durmaktadır.



Şekil 2.7 : Darwin’in yaşam ağacının orijinali ve yorumu (Bilim Teknik, Mart 1999).

Evrin kavramı en basit, en ilkel ve en biçimsiz olandan gelişerek, dönüşerek en karmaşık ama düzenli olana doğru lineer bir doğrultuda ama hep pozitif yönde bir ilerlemeyi içine alan bu değişim sürecini ifade eder. Evrim kuramı da, hayatın

işleyişine ilişkin en temel yasanın evrim olduğunu ve her canlının evrim sürecinin içinde varlığını sürdürmeye çalıştığını savunmaktadır.

Evrim kuramının 4 temel unsuru vardır;

- Çeşitlenme
- Kalıtım
- Çoğalma
- Doğal seleksiyon

Tüm canlılar genetik yapıları gereği, sürekli çeşitlenmektedirler. Ortaya çıkan bu çeşitlilik kalıtım yoluyla bir sonraki nesle aktarılmaktadır. Çoğalmanın koşulunda çevreye en iyi uyum sağlayanın hayatını sürdürmesi diğerinin yok olmasıdır. Böylece mutasyon yoluyla gen yapılarında meydana gelen değişimlerin, nesillerinin devamını sağlayacak olanlarını muhafaza etmek yoluyla canlılar, sürekli evrimsel bir gelişme halindedirler.

Rudwick 1997 de yayınladığı “George Cuvier, Fossil Bones, and Geological Catastrophes” (*George Cuvier, Fosil Kemikler ve Jeolojik Afetler*) kitabında bir doğabilimci olan Georges Cuvier’in 18. yüzyılda geliştirilmeye başladığı görüşe dayanarak dönemi ve evrimi özetlemiştir. Ona göre yeryüzü çok eski bir geçmişe sahip ve bu geçmiş de evrimlerle doludur. Bu değişikliklerin bir sonucu olarak canlı türleri de eskiden bugünkü hallerinden farklıdır. Canlı varlıkların biçimlerindeki ve çevredeki değişimlerin bu evrimde rol oynadığı görüşü de aynı yüzyıl içerisinde ortaya atılmıştır. Organizmaların formlarında değişim yaşandığı ve çevrenin bu değişimde rol oynadığı fikri aynı yüzyılda ortaya atılmıştır. Fosil bulgularının ilk sistematik incelemesi 19. yüzyılın başında Fransız doğabilimci Georges Cuvier tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu inceleme kapsamında Avrupa ve Sibirya’da bulunan mamut kemiği fosillerinin biçimleri metodolojik ve detaylı bir biçimde mercek altına alınmıştır. Bu çalışmalar mamutlar günümüzde var olan fil türleri arasındaki farklılıkları göz önüne sermiştir. Bu karşılaştırmalı morfolojik¹² omurgalı paleontoloji çalışması tüm omurgalı canlıların aynı iskelet yapısına sahip olduğunu ve geçmişte yaşayan türlerin yok olduğunu göstermiştir.

¹² **Morfoloji:** bir organizma veya organizma bölümünün biçimini incelenmesi, bir nesnenin biçimiyle ilgili özelliklerinin değerlendirilmesini anlatan bir terimdir. Bu, dış görünüş ile ilgili olabileceği gibi, o nesnenin belli koşullar altındaki (ışık mikroskobu gibi) görünümünü de belirtebilir.

Rudwick'e (1997) göre Cuvier yaşamın denizde başladığını, karada devam ettiğini ve sürüngenlerin memelilerden önce var olduklarını belirtmiştir. Geçmişin günümüzden farklı olduğuna kanat getirilince, yeryüzünün bir takım jeolojik dönemlerden geçtiğini ve her dönemin kendine özgü yeryüzü şekilleri ve canlı türlerini olduğunu düşünmek olanaklı hale gelmiştir. Bu görüşlerin zamanla kabul edilmesi ve bu alanlarda faaliyet gösteren bilim ile disiplinlerde kat edilen yol sayesinde fiziksel dünya ile içinde var olan hayat arasındaki karmaşık ilişkiler çözülmeye başlanmıştır. Jeolojik zamanın eski bakış açısı temel alındığında, 'doğanın' normal ya da sabit bir konumda olmadığını anlamak pek de zor değildir. Aksine doğa değişen yeryüzü şekilleri ve iklimlerle sürekli bir değişim halindedir. Canlı varlıkların da bu duruma paralel olarak evriliyor ve değişiyor olabileceğini kabul etmek olağan hale gelmektedir.

Biyolojik sınıflandırmalar ve kara parçalarının oluşumu ile fosilleri inceleyen jeolojik çalışmalar 19. yüzyılda hızla aynı yöne doğru ilerlemeye başlamıştır. "Türlerin Kökeni" (*The Origin of Species*) ilk olarak 1859 yılında basılmıştır. Bu yapıtta Charles Darwin, canlı organizmaların tıpkı insanlar gibi 'doğal olmayan' seleksiyon yoluyla çoğaldıklarını iddia etmiştir. Bu iddiaya göre canlılar kendilerinde meydana gelen sistemli değişimleri düzenlemektedir. Böylece yabani canlı türleri, hayatta kalmak için verdikleri mücadele sırasında değişime uğrayabilmektedir. Darwin doğal seleksiyon sürecini 'doğanın savaşı' olarak tanımlamıştır. Bu savaş yırtıcı hayvanları, parazitleri ile besin kaynakları, ısı ve su gibi çevresel baskı unsurlarını içinde barındırmaktadır. Kıtık ve ölüm 'daha az gelişmiş türleri' ortadan kaldırırken, yalnızca başarılı organizmaların bu sert rekabet ortamında hayatta kalmalarını ve daha kolay çoğalmalarını sağlamıştır. Bunun bir getirisi olarak hayatta kalan türlerin yavrularının da daha üretken olması ve bu durumun böylece diğer kuşaklarda da sürmesi olağan kabul edilmiştir. 'Daha gelişmiş hayvanlar' ya da en karmaşık biyolojik formlar çok basit kökenlere sahiptirler ve doğal seleksiyon her türün bulunduğu ortama daha iyi ayak uydurmasını sağlamaktadır. Darwin'in (2009) bu durum karşısında kendi ifade ettiği haliyle "Bu, sahip olduğu güçlerle esasında birkaç türe ya da yalnızca bir türe can veren muazzam bir hayat görüşüydü. Bu gezegen değişmeyen yer çekimi kanununa göre dönmeye devam ederken, en güzel ve en mükemmel sonsuz sayıda tür böylesine basit bir kökenden türeyip evrildi ve halen de evrim devam ediyor." demiştir. Canlı organizmaların devamlı dönüşen bir

şey olduğunu vurgulamaktadır. Weinstock (2010) ise canlı organizmanın bir sistem olduğundan bahseder uzayda bileşen etkileşimiyle oluştuklarını söyler.

Weinstock (2010) canlı organizmaların birer sistem olarak düşünülebileceğini söylemektedir. Ona göre bu sistemler sahip oldukları karmaşık yapıları ve davranış biçimlerini, zaman içerisinde uzayda bileşenlerinin etkileşmesi yoluyla edinirler. Biyolojik türlerin gelişim dinamikleri, nasıl büyüdüğü ve biçimlendikleri ve geçirdikleri farklılaşma evrimsel teoride, Darwin'in incelemesinde olduğundan, daha önemli olmuştur. Weinstock (2010) "Darwin'in ileri sürdüğü iddialar, o dönemde etkin olan kapitalizmde rekabet mücadelesi kuramı ve endüstrideki mekanizma kavramlarıyla aynı paraleldedir." diyerek morfogenez¹³ (*morphogenesis*) kuramlarını ve zaman içerisinde evrim geçiren türlerin yaratılması olgusunu günümüzde bilgi kuramın, matematiğin, fiziğin, kimyanın, organizasyon ve geometri ile ayrılmaz bir biçimde iç içe geçmiş olduğunu vurgular. Bu kuramların ve olguların günümüzde devamlı olarak ekonomi ve endüstri kavramlarıyla birlikte anılmasını bu sebebe dayandırır.

Tasarım sürecinde mimari biçimlerin oluşumu, bir form bilinci gerektirir. Ancak bir gelişim sürecinin içselleştirilmesi her zaman için zordur. Evrim Teorisi, bu durumda mimari evrimi, yaşam sistemlerinin kökeni ve dönüşümünü, doğal seleksiyon ve şans gibi temel iki faktörün ürünü olmalarıyla açıklamaktadır. Doğal seleksiyon ise genlerin değişkenliğini tayin etmektedir. Doğada gözlemlenen bu değişkenlik, canlıların kendilerini, birçok değişkenin yenilendiği üreme süreçlerinde kendini çoğaltma yeteneğinden ileri gelmektedir. Çevreyle etkileşimlerinde bu değişkenlerden bazılarının hayatta kalmaları ve çoğalmaları için seçilmektedir. Genetik mimarlık çalışmalarında, Evrim Teorisi'nde tasvir edilen gelişim basamaklarına benzer bir yolu takip eden dönüşüm süreci izleye gelmiştir.

Yeni genetik biliminde yapılan keşiflerin ışığında bazılarımızın aklına şöyle bir soru gelebilir: Genler ve genomlar bu kadar değişken ve akışkanken olmalarına rağmen organizmaların ve türlerin hala stabilitelerini (istikrarlarını) koruyabiliyor olmasının sebebini Ho (2001) şöyle açıklamaktadır. "Yeni-Darvinci açıklamaya göre doğal

¹³ **Morfogenez (morphogenesis):** Vücudun bir kısmının ya da özel bir organın şekil, büyüklük ve diğer yapılarının gelişimi ve bir canlının şekil alması olgusu ve sürecidir. Daha kısa bir tanımla canlının şekillenmesidir denebilir. (<http://biyoloji.egitim.yyu.edu.tr/k/Mor/index.htm>)

seleksiyon daima istikrarsız, bu nedenle de “uygunsuz” olanları elemek için iş başındadır. Bu yüzden, yalnızca yeteri kadar istikrarlı olanlar üreyerek türlerini devam ettirebilirler. Yeni-Darvinci mimari anlayışına göre binalar stabilitelere göre seleksiyona uğrarlar. Yeteri kadar stabil (*stabile*) olmayanlar yıkılıp kendi kendilerini elerler. Böylelikle stabil olanlar bizim hayranlığımızı kazanır ve taklit edilirler.”

Ho, (2001) bu açıklamanın mimarlıkta nasıl geçerli olduğunu çok net bir şekilde ortaya koyamamıştır ancak organizmanın, genlerin ve genomların çevresel ve fizyolojik değişikliklere duyarlılığını açıklamaya yetmediğini kesin olarak belirtmiştir. Organizmaların ve türlerin stabilitesi, sosyo-ekolojik çevreden genlere kadar uzanan dinamik geribesleme ilişkilerinin bütününe dayandırılmaktadır. Genler ve genomlar bütünün stabilitesini sürdürebilmek için alışmak, tepki vermek ve gerektiği zaman değişmek zorundadırlar. Organizmaların stabilitesi mekanik sistemlerin stabilitesiyle taban tabana zıttır. Mekanik stabilite (“sibernetik” sistemleri de kapsar) kapalı, statik bir dengeye ait kılınmıştır. Bu denge, sistemi belirli noktalara döndürmek için tasarlanan denetçilerin, tamponların ve arabelleklerin eylemleri sayesinde sağlanmaktadır. Öte yandan organik stabilite belirli bir dengeye sahip olmaktan çok uzak açık sistemlerde sağlanan dinamik bir balans durumundadır. Bu denge denetçiler ya da belirli kurallar aracılığıyla değil, iç iletişim ve karşılıklı duyarlılıkla sürdürülebilmektedir. Organizmaların stabilitesi bilgilendirilen sistemin *bütün* parçalarına bağlıdır, parçaların hepsi bütünü koruma eylemine katılırlar ve bu amaç uğrunda gerektiği gibi eylem göstermektedirler. (Ho, 2001)

Doğal süreçleri açıklayan biyolojik modeller mimarlar için birer araçtır. Bu modeller *Hücre gelişimi* ve *Morfogenez* gibi evrimsel süreçleri baz alabilir. Lynn 1999 da yayımlanan “*Animate Form*” kitabında organik form, evrim, mutasyon ve vitalizmle ilgili bu biyolojik kuramların mimarlıkta kullanılabileceğini söylemiştir. Devrimsel nitelikte gelişmelerin yaşandığı biyoloji, aynı zamanda mimarlığın “yeni” arayışındaki toplumsal kabul edilirliliği sağlayacak önemli bir araç olmaktadır.

Bir “Land Art” sanatçısı olan Patrick Dougherty, fidanlardan ve ağaç dallarından geniş, dış mekân kurulumları yaratmaktadır (Şekil 2.8). Çalışmaları doğada kuşların yaptıkları yuvalara çok benzemektedir. Dougherty (2007), yalnızca kuşların kullandığı inşa malzemelerini kullanmakla kalmaz, aynı zamanda dalları bir araya getirip dokumak için kullandığı teknik de kuşların tekniğinin aynısıdır. Sanatçının

heykelleri mimarlık ile biyoloji arasındaki ilişki üzerine düşünmeyi, ortak yanları görmeyi sağlamaktadır.

“Mimarlığın biyoloji tarafından etkilendiği ve belirli mimarlık biçimlerinin insanlar üzerinde doğuştan gelen bir çekimi olduğu konusundaki deliller güçlenmektedir” diyen Arnal (2005) “biyoloji inşa etmek” teriminin bütünüyle kelimesi kelimesine alınarak, olabilecek araştırma konularına ev sahipliği yapmak üzere yapıların yaratılması şeklinde yorumlanmaya açık tutulması gerektiğini vurgulamaktadır.



Şekil 2.8 Patrick Dougherty, Joslyn Art Museum (Dougherty, 2007).

Zoolog biliminsanı Hansell (2000) boyutlar, biçim, mekân ve bağlılık yöntemi gibi bazı temel özelliklere dayanan bir sınıflandırma sistemi geliştirmiştir ve kuş yuvalarının (Şekil 2.9) dört temel bölgeden oluştuğunu gözlemlemiştir:

- Bağlılık bölgesi,
- Daha dışta kalan ve belki de dekoratif olan dış tabaka,
- Yapısal tabaka
- Yalıtım (*lining*).

Hansell (2000), hayvanlardaki en karmaşık ve çeşitli inşaat davranışlarının yalnızca üç sınıfta bulunduğu altını çizmiştir. *Örümcekler, böcekler ve kuşlar*. Hansell bunu, “hayvan spektrumu karşısında meydana gelen yetenekli beceri gösterisiyle birkaç hüner patlaması” diye nitelendirmektedir. Bu üç sınıfta, insanın izole bir “patlamadan” öte bir şey olduğu ve özellikle kuşlar ve örümcekler arasında istisnadan ziyade bunun bir kural olduğu üzerinde durulmaktadır. (Hansell, 2000).



Şekil 2.9 : Kuş yuvası yapımı ve strüktürü (Hansell, 2000).

Bir fizyolog olan Turner'ın (2000) savunduğu görüş, hayvan inşası olan yapıların, hayvanların dışında bir şey olarak değil, hayvanların kendilerinin bir parçası olarak görülmesinin daha iyi olacağı yönündedir. Turner, (2000) genişletilmiş fenotip¹⁴ (*extended phenotype*) fikrine ve genlerin, organizma sınırları ötesindeki faaliyetlerinin sürekliliğine ve hayvan inşası olan yapıların fizyoloji organları olarak nasıl görülebileceğine dair detaylı araştırmalar yapmış ve şu sonuca varmıştır. “Hayvan inşası olan yapılar böbrek, kalp, akciğer veya karaciğer gibi, daha geleneksel olarak tanımlanan organlardan farklı değildir; tam onlar kadar organizmanın bir parçasıdır. Bu, biyoloji üzerine düşünüldüğünde fizyoloji ve ekolojinin birbirine nasıl bağlı olduğunu göstermek açısından da önemli bir referans teşkil etmektedir” (Turner, 2000)

Hayvanlar tarafından inşa edilen yapıların ekosistemleri üzerindeki etkisi artık yalnızca Hansell gibi zoologların ve Turner gibi fizyologların değil, aynı zamanda “ekosistem mühendisliği” diye adlandırdıkları bir alanda araştırmalar yapan ekolojistlerin de daha fazla dikkatini çekmektedir. Organizmaların iki farklı habitat değişiminden sorumlu olduğunu düşünmektedirler. Otojenik mühendislikte (*autogenic engineering*), mercan gibi bir organizma, ekosistemi kendi gelişimi dolayısıyla değiştirmeye ve sistemin entegral bir parçası olmaya devam etmektedir. Allojenik mühendislikte (*allogenic engineering*) organizma çevresini değiştirir ve

¹⁴ **Fenotip (*phenotype*):** Fenotip ya da dışyapı, genetik (genotip) ve çevresel etkenlerin yarattığı özelliklerin canlının dış görünüşündeki yansımasıdır. Fenotip çoğunlukla genler tarafından belirlenir ancak bazı koşullarda diğer etkenler, fenotipin genotipe yüzde yüz uymasını engelleyebilir. (Klug ve Cummings, 2003)

inşa etmiş olduğu yapıları arkasında bırakarak ilerlemektedir. Bunun en açık örneği, inşa edenleri tarafından çoktan terk edildikten sonra bile nehir akımını engellemeye devam edebilen Şekil 2.10 daki kunduz barajlarıdır (*beaver dam*).



Şekil 2.10 : Nehir akışını engelleyen kunduz barajları (Alper, 1998).

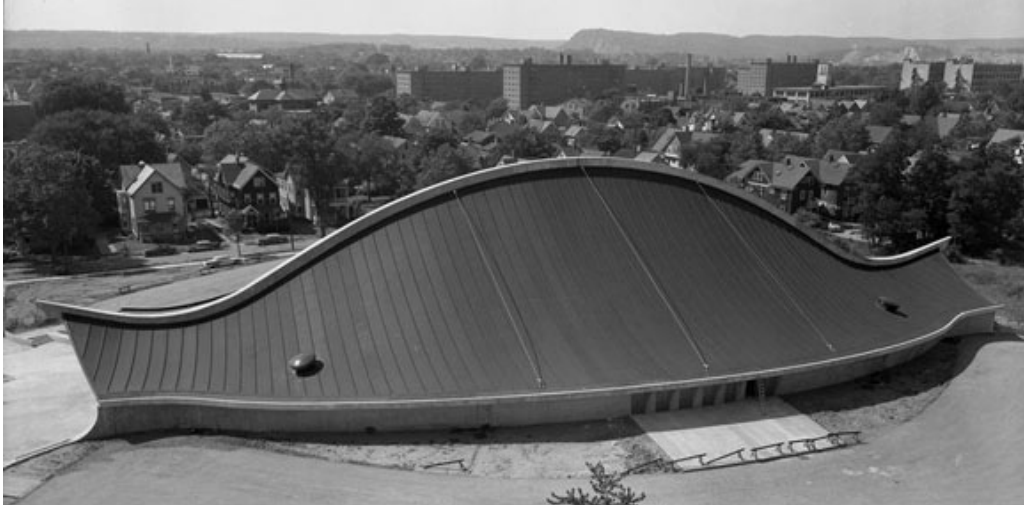
Bir diğer örnek ise bir hayvan değil, bir mikroorganizma üzerinden verilebilmektedir. Bu örnek, biyolojik mimarlığın hayvanlar âlemi dışarısında da gelişebileceğini hatırlatıcı niteliktedir. İsrail'deki Negev çölünde, siyah bir kabuk oluşturmak üzere toprak ve kumu karıştırarak, güneşte pişen uzun zincirli şekerler salgılayan çeşitli bakteri ve siyano bakteri türleri vardır. Bu, kabuğun altındaki nemli mikrop kolonilerini çöl ısısından korur. Yağmur yağdığında, asfalta benzeyen kabuk, suyu içine almaz ve böylece oklu kirpiller ve böcekler tarafından kazılmış olan çukurlara boşaltmayı artırmış olur. Tohumlar, bu çukurlarda filizlenir ve bir düzine bitki türüne sığınak olan küçük vahalar oluşturur.

Hayvanat Bahçelerinde mimar olarak çalışan David Hancocks (1973) “Ancak hayvanlar için tasarım yapmanın problemleri ve temel davranışsal gerekler üzerine düşünme zorunluluğu insanlar için yapılar yapmaktan çok farklıdır” diyerek hayvanların kendileri için inşa ettiği yapılardan öğrendiklerinin ne kadar önemli olduğunu vurgulamaktadır.

Jeodezik kubbenin yaratıcısı olan mimar ve mühendis Buckminster Fuller, arı kovanlarına ve diğer hayvan inşası olan yapıları incelemeye almıştır. Fuller, hayvan inşaatçıların maddeleri idareli ve tutumlu kullanmalarından son derece

etkilenmiştir. Frei Otto da biyomorfik biçimleri kullanmıştır ve yalnızca ilham almak için değil, inşa tekniklerini öğrenmek için de doğaya yönelmiştir. Kolonları, kaslar ve tendonlar tarafından bir arada tutulan basınçlı diskler tarafından oluşturmuştur.

Hersey' e (1999) göre “mimarlıkta ve süslemede, moleküler seviyeden daha üst seviyelere kadar, insanların vücutlarında bulunan biçimleri yansıttığını öne sürmektedir. ..çitler, sarnıçlar, supaplar, su yalıtımları ve tutkallar gibi örnekler vererek hücreleri “yaratıcı mimarlara” benzetmektedir. Hersey, biyolojik dünya ile insan yapımı dünya arasında benzetme ve kıyaslama yaparken çok farklı noktalara değinmiş, kitabında bir bölümü moleküllere, hücrelere, çok düzenli yapıları olan virüslere ayırmış ve böylece kendini hayvan yapılarıyla sınırlandırmak zorunda bırakmamıştır. Yapraklar ve çiçekler üzerine yazdığı başka bir bölüme ise, Eero Saarinen tarafından tasarlanan ve yaprağa çok benzeyen bir ‘hockey ring’inden bahsetmektedir (Şekil 2.11). İnsan yapımı dünyaya çok farklı bir açıdan bakmıştır ve doğa ile insan yapımı arasında tahmin edilebileceğinden çok daha yakın bir ilişki olduğunu vurgulamıştır (Hersey, 1999).



Şekil 2.11 : Saarinen'in ‘Ingalls Hockey Rink’ binası, 1956-58 (Hersey, 1999).

Eugene Tsui, Gaudi ve Frei Otto'nun geleneğini sürdüren bir mimardır. Bilinçli bir biçimde canlılar dünyasından ilham alarak yaptığı tasarımları radikaldir ve birçoğu inşa edilmeden kalmıştır, fakat bu tasarımlar bir mimarın doğal olanı insan yapımı haline nasıl çevirebildiğinin örneklerini sergiler. Tsui (1999) doğayla yalnızca yapısal düşüncelerin bir kaynağı olarak değil, aynı zamanda işlevsel düşünceler kaynağı olarak da ilgilendiğini belirtmektedir. (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 : Strait Gibraltar Floating Bridge, Eugene Tsui (Tsui, 1999).

Yapılarının bulundukları doğal çevrelere uyum sağlamasını gerekmektedir. Ancak Tsui (1999) bir yandan da yapıların çevresel olarak sağduyulu olması gerektiğini öngörmektedir. Yapıları enerji bakımından kendine yeterli hale getirmenin ve içlerinde ortaya çıkan bütün atık maddelerin geri dönüşümüne olanaklı hale getirmenin yollarını araştırmaktadır. Aynı zamanda, geri dönüşümü sağlanmış maddelerin inşaatta kullanımına ve yapıyı maddelerin zehirsiz ve çevre dostu olmasını garantilemeye değinmektedir.

Tsui ile Hersey arasındaki görüş farklılığı şöyle özetlenebilir; Hersey temel olarak yapıya odaklanır ve işlevsel ve çevresel ilişkiler üzerinde durmaz. Tsui ise bir yapıyı, değişen ihtiyaçlara yanıt verebilen canlı bir organizma olarak değerlendirmektedir. Tsui'nin tasarımlarının büyük çoğunluğu; geleneksel kutu tipindeki yapılardan ziyade; kıvrımları, kanatlarıyla organizmalara benzemektedir.

Yukarda tartışılan örnekler, mimarların yönelimlerinin göstergesidir ve aynı zamanda biyoloji alanındaki çalışmanın mimarlar için ne kadar verimli olduğunun da bir göstergesidir. Mimarlık ve biyolojinin etkileştiği bir başka alan da biyolojinin mimarlığı etkileme kapsamıdır. İnşaatçı hayvanların genetik olarak bazı türde yapılar yaratmaya programlanmış oldukları apaçıktır. Ama insanlar için bu durum farklılık gösterir. İnsanlar için belirlenmiş özel bir yapı stili yoktur. Dünya üzerinde gözlenen farklı stillerin geniş yelpazesi; örnek, kazmak veya çubukları kümelemekten ziyade, inşa ettiğimiz çevreler hakkında daha fazla bilgi verir. Ancak, daha temel bir

seviyede, bazı genetik faktörlerin insan inşası üzerinde aslında etkili olabileceğini gösteren bazı araştırmalar mevcuttur.

2.4.2 Hesaplamalı Bilim ve Genetik Mimarlık İlişkisi

Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik 1940' larda doğmuştur ve ilk uygulamalar 2. Dünya Savaşı sırasındaki nükleer ve ateşli silahların tasarım problemleri olmuştur. 1970 ve 80' lerde özellikle uçak tasarım problemleri sayesinde olgunlaşıp, gelişmiştir. 'Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik Nedir?' sorusunun en kolay yanıtı “çok zor bilimsel problemlerin bilgisayar yardımı ile çözülmesidir” diye yanıtlanabilir. Genelde bu zor problemler, süper bilgisayarlarda matematiksel bir yapısal tasarım oluşturularak çözülmeye çalışılır. Ancak bu kolay tanımı bir kenara bırakırsak, Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik'in genel olarak benimsenmiş bir tanımı yoktur. İngilizce adının 'Computational Science and Engineering' (CSE) olması Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik' in, sıkça Bilgisayar bilimleri yada mühendisliği ile karıştırılmasına yolaçar. Oysa Bilgisayar bilimleri yada mühendisliği, bilgisayarlar ve programlama konularında araştırmalar yaparken, Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik, (CSE) bilgisayarlarla sadece bilimsel problemlerin çözümü amacıyla ilgilenmektedir. Keza, süperbilgisayarlar ve paralel programlama ile ilgisi de kullanımlarının gerekmesi ile sınırlıdır. Öte yandan, CSE bir matematik alt dalı da değildir. CSE 'de bilgisayar ve matematik, uygulamalı bilimlerde karşılaşılan çok zor problemlerin çözümü için kullanılır. Bu durum en iyi aşağıdaki şekilde gösterilebilir.

Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik hakkında, Hesaplamalı Bilim ve Mühendislik bilimsel araştırma metotları içerisinde oldukça yeni olan bir daldır. Bu dalın bilimsel araştırma yapısı ve izlediği süreçler aşağıdaki gibi özetlenebilir: (wikipedia.org)

- Söz konusu sistemin veya fiziksel bir olayın matematiksel modelinin geliştirilmesi (bu durum genellikle bir tür bünye denklemi ile tanımlanabilir)
- Denklemi sayısal olarak (bilgisayar ortamında) çözmek için bir algoritmanın geliştirilmesi
- Bilgisayar yazılımıyla bu algoritmanın işlerlik kazanması ve uygulanması

- Bilgisayar yazılımı kullanarak fiziksel olayın sayısal simülasyonu
- Hesaplanan sonuçların kapsamlı bir şekilde (bu genellikle grafik görselleştirme ile gerçekleştirilir) temsil edilmesi ve sunulması
- Hesaplanan sonuçların doğrulanması ve yorumlanması. (Bu süreç gerektiği durumlarda belirli bir çevrim içinde yinelemeli olarak gerçekleştirilip orijinal matematiksel modeli tekrar sorgulama aşamasını da bünyesinde barındırır).

Organik olarak yeni dijital bir içkinlik düzlemi yaratmak üzere birleştirilmiş olan hesaplamalı bilim, dünyayı bir hiperzekalılar küresine dönüştürmek üzere tasarlanmış küresel simya sisteminin günümüzdeki karşılığıdır. (Chu, 2005)

Genetik algoritmalar¹⁵ yalnızca mimarlıkta değil dijital-genetik sanat gibi farklı tasarım alanlarında uygulanabilmektedir. Tasarım için kullanılan bu genetik teknikler, bir dış form modellemekten ziyade, içsel mantık modelleme amacını gütmektedir; bilgisayarın hayal gücünde evrimleşen bir gelecek mimarlığın söylemini oluşturmaktadır.

Genetik Algoritma: 1970’li yıllarda John Holland tarafından ortaya atılmış, 1989 yılında David E. Goldberg’in yayınladığı, uygulanabilirliğin çeşitli alanlarda gösterildiği bir kitap ile popülerlik kazanan bir meta-heuristic algoritmadır. Evrimsel hesaplama tekniğinin bir kolu olan genetik algoritma Darwin’in evrim teorisinden esinlenerek oluşturulmuştur.

Evrimsel hesaplama tekniklerinin ortak özelliği olarak genetik algoritmada da ele alınan problem çözümünü bir veri yapısı ile betimlenmekte ve bu veri yapısı içindeki değerler doğal evrimdekine benzer yöntemlerle belirlenmektedir. Biyoloji biliminden esinlenilerek problemin çözümünü kodlayan veri yapısı kromozom veya fenotip¹⁶ olarak adlandırılmaktadır. Bir problem birden fazla parametrenin değerinin

¹⁵ **Genetik Algoritmalar:** biyolojideki mutasyon, doğal seleksiyon ve rekombinasyon gibi kurallarla belirlenmiş hesap işlemleridir. Bu yüzden, basitçe, kromozomların dijital taklitleri olarak adlandırılabilirler. Genetik algoritmalar doğada gözlemlenen evrimsel sürece benzer bir şekilde çalışan arama ve eniyileme yöntemidir. Karmaşık çok boyutlu arama uzayında en iyinin hayatta kalması ilkesine göre bütünsel en iyi çözümü arar

¹⁶ **Fenotip:** Genler, bir organizmanın işleyişiyle ilgili tüm enformasyonu içermekteyse de, çevre, nihai fenotipin belirlenmesinde önemli bir rol oynar. Genetik faktör ile çevre faktörü ikilemi, “doğuştan gelenler ile sonradan kazanılanlar” anlamında kullanılan, İngilizce “*nature versus nurture*” (kısaca, *nature vs. nurture*, doğa ve yetiştirme ikilemi) deyişiyle ifade edilir. Bir organizmanın fenotipi kalıtım ile çevrenin etkileşimine bağlıdır.

belirlenmesi ile çözüm bulmaktadır. Bu parametrelerin her biri kromozomda yer almaktadır. Kromozomun ögesi olan ve herbiri problemin bir parametresini kodlayan birimlere gen denilmektedir. Herbiri probleme farklı bir çözüm adayı olan kromozomlar bir havuzda tutulmakta ve bu havuz evrimsel yöntemlerle değişikliğe uğratılmaktadır.

Hesaplama Bilim makinelerinin herkesçe bilinen hesaplama, üretim ve haberleşme işlevleri bir yana bırakılarak Hesaplama Bilimle ulaşılabilecek asıl hedeflerin ve Hesaplama Bilimin mimarlıkla ilişkisinin kavranması gereklidir. Tartışmalı ve bir o kadar da çekici gelen bu hedefler çok açıktır. Chu'ya (2005) göre, soyut makineler ya da organik ve inorganik maddelerin biomekanik değişimi ve daha da önemlisi olası dünyaların hesaplanabilir alanlarına girilerek, fiziksel ve gerçek dünyaların organik zekanın üst formları haline dönüştürülmesi yoluyla yapay yaşamın ve zeka sistemlerinin oluşturulması sağlanabilir. Fakat, en sade haliyle, Hesaplama Bilim, diğer doğal diller gibi, bilginin en genel biçimini ele alır. Hesaplama Bilim tamsayıları, grafikleri, programları ve diğer oluşumları yöneten bir birim olarak görev yapar. Fakat gerçekte, hesaplama Bilim yalnızca nesneleri meydana getiren sembol zincirlerini yönetir. Feynman ve Robbins'e (2005) göre, atomik düzeyde hesaplama sistemleri oluşturulabilir: basit kural dizinleri çerçevesinde çalışan nanobot öbekleri insan vücudu da dahil olmak üzere konak organizmalara ya da çevrelere sızdırılabilirler. En basit haliyle, hesapbilim bir önceki adımın sonuçlarından bir sonraki aşamada yararlanarak sürekli tekrarlanan belirli aşamalardan geçen ve bu şekilde bilgiyi işleyen bir sistemdir. Tekrara dayanan böyle bir yöntemin çok başarılı olduğu ortaya çıkmıştır ve evrensel özellikler taşıyan bir makineler sınıfına dahil edilmiştir.

Hesaplama Bilimin hedeflerini şöyle sıralanabilir;

- maddeleri değişime uğratma
- fiziksel dünyayı organik zekanın üst formu yapma
- yapay yaşamı ve zeka sistemlerini oluşturma

Hesaplama Bilimin, yaşamın mantığının ve tüm görüntüleriyle bizi çevreleyen dünyanın şifrelenmesi esasına dayanan soyut makine (*Abstract Machine*) ile yardımcı bir mantığın oluşturulması temeline dayanması şaşırtıcı değildir. Hesaplanabilir dünyaları biçimini ve yapısını oluşturmak için gerekli nitelikler ve

işlevleri içerisinde barındıran evrensel bir dilin arayışı, hesapbilimin kısa tarihindeki çabalardan biridir. Hesapbilim en temel seviyedeki bilgi işlemiyle ilgili olduğundan John Wheeler (1990) sayesinde, bilgiye ve teoriye dayalı olan bir dünya kavramı ortaya çıkmıştır. 20. yüzyılın ikinci yarısında fizik alanında yeni kuşaklar üzerinde etkili olan Amerikalı bir bilim adamı olan Wheeler, bunu evrendeki her parçanın çoğunlukla derinlerde bir yerde, maddesel olmayan bir kaynağı ve bilgi ile teoriye dayalı bir açıklaması olduğunu iddia ederek başarmıştır. Hesapbilimin fiziksel bir süreç olması, istikrarlı mantıksal bir döngünün varlığını ortaya koyar: fizik kanunları mümkün olan mekanik işlemleri ve Evrensel Turing Makinesinin¹⁷ (*Universal Turing Machine*) yürütebileceği etkinlikleri tanımlar. Bu da hangi matematiksel işlemlerin hesaplanabilir olduğunu belirleyip, çözümlenebilen matematiğin yapısını tanımlar. Diğer bir deyişle, fizik kanunları bu kanunları hesaplanabilir kılan matematiğin kendisini üretir. Hesapbilim ile fizik arasındaki bu girift bağın keşfedilmesi, fiziksel süreçlerin aslında hesaplamanın türleri olduğunun farkına varılmasına neden olmuştur. Wolfram (2002) bu gerçeği şu şekilde ifade eder: ‘İster insan çabasının sonucunda ister kendiliğinden ortaya çıksın, bütün süreçler hesaplamalar olarak algılanabilir.’

Mimarlığın yanısıra bilim ve mühendisliğin birçok alanında da, çevremizdeki varlıkları ve nesneleri sembollerle ve algoritmik süreçlerle temsil etmenin gücü keşfedilmektedir. Bu şekilde, başta belirlenen basit kurallar ve değişkenler ile, karmaşık görünen bir sistemin oluşumu ve gelişimi açıklanabilmekte ve yeni bilgi ya da çözümler üretilebilmektedir. Bu özelliğiyle hesaplamalı düşüncenin, sadece tek bir bilimsel incelemenin yardımcısı değil, birçok araştırma alanını kapsayan ve yönlendiren ana paradigma olmaya başladığı da söylenebilir. Dolayısıyla bilgisayar da, salt bir araç olmaktan çıkmakta ve barındırdığı algoritmik ilkeler sayesinde temel bilimlerde gerçekleşmekte olan gelişimleri de birbirine bağlamakta; felsefede akımlara, matematikte yeni arayışlara ve biyolojide araştırmalara yön vermektedir. Böylece ‘disiplinlerarası’ndan da öte ‘disiplinler-üstü’ bir ortam da oluşmaktadır. Çok yönlü bilgi aktarımı ve ileri/geri beslemelerle, farklı araştırma alanlarının gelişmesi desteklenmekte ve güçlenmektedir (Burry, 2011)

¹⁷ Evrensel Turing Makinesi: (*Universal Turing Machine*) 1936 yılında İngiliz matematikçi Alan M. Turing'in ortaya attığı kurgusal bir 'evrensel bilgisayar' modelidir. Makine esas itibarıyla her karesinde bir sembol bulunduracak şekilde sembol karelerine bölünen bir banttandır ve bu bant üzerindeki semboller okuyan veya başka sembollerle değiştirebilen bir kafadan oluşur. (Jong, 2006)

Hesaplamalı düşüncenin (*computational thinking*) evrensel dili sayesinde, disiplinleri birbirinden ayıran keskin sınırlar yok olmaya başlamıştır (Hensel ve diğ., 2004). Çeşitli uzmanlık alanlarının işbirliği içinde çalışarak, yapay ve doğal çevreyi tekrar tanımlamak, modellemek ve yeni bilgiler elde edebilmek, hesaplamalı teknolojilerle çok daha kolay hale gelmiştir. Böylelikle yeni bir bilimsel düşünme biçimine dönüşen hesaplamalı teori, matematik, fizik ve biyoloji gibi temel bilimlerdeki gelişmelerle öğrenme ve düşünme biçimlerinde de çok daha önemli bir rol oynamaya başlamıştır. Ara yüz olarak hesaplamalı düşünce, bu açıdan mimarlığın disiplinler-üstü karakterini desteklemekte, her tür çalışma alanının mimarlıkla iletişimini ve işbirliğini kuvvetlendirmektedir. Hesaplamalı teorinin meydana getirdiği ‘zihin kayması’yla, doğayı anlama ve öğrenme biçimimiz ve bu doğrultuda doğadan edindiğimiz bilginin niteliği de değişmektedir. Bu bilgiyi yapıları çevrenin tasarım sürecine aktarmak mimarlıkta yeni uzanımların önünü açmaktadır. Doğa böylece sadece organik formlar veya yumuşak hatlar tasarlamak için görsel esin kaynağı olarak görülmemekte, aksine biçimsel sınırlamaları olmayan sistem ve süreç gibi kavramları incelemek ve öğrenmek için gerçek örnekler sunmaktadır.

Güvenilirlik ve esnekliğe ilişkin bilgisayar bilimi literatürü, biyolojik sistemlere göndermelerle doludur. Bu uğraşı *amorfe hesaplama* olarak adlandırılmaktadır. Burada biyoloji aynı anda hem bir ilham kaynağı hem de bir uygulama alanı olarak iş görmektedir. Sussman (1996) bu durumu şöyle eleştirir, “bilgisayar biliminin başı fena halde derttedir ve yapılandırılmış tasarım (*structured design*) tam bir başarısızlık örneğidir. Günümüzde kurulduğu şekliyle sistemler, çatlak ve kırıklandır. Yeni koşullara kolaylıkla uydurulamazlar. O yüzden yeni fikirlere ihtiyacımız vardır. Esnek, sağlam, geliştirilebilir ve verimli sistemlerin kurulmasına uygun birtakım yeni mühendislik ilkelerine ihtiyacımız olduğu son derece açıktır”.

Hiç de şaşırtıcı olmayan bir yaklaşımla, Sussman (1996) rehber olarak biyolojiye başvurur; “biyoloji bize tek bir organizmada birden çok sayıda stratejinin, tek bir yaklaşımın sağladığından daha büyük bir kolektif etki elde etmek üzere toplanabileceğini gösterir. Karmaşık görünen sistemlerin çalışma prensipleri bu yaklaşımlarda saklıdır. Bu bağlamda hücreler iyi bir örnek teşkil etmektedir. Hücreler önemli metabolitlerin sentezlenmesi ya da önemli süreçlerin desteklenmesi için birden çok metabolik yolu açık tutar” (Sussman, 1996)

2.5 Genetik Mimarlığı Oluşumunda Etkisi Olan Teoriler

Genetik Mimarlık aslında Estevez'in (2005) de altını çizdiği gibi kökenlerini biomorfizm de aramaktadır. Estevez biomorfizm'in temeline ise birincil olarak Gaudi'yi ve onun çağdaşı olarakta Calatrava'yı koyar. Ancak bu köken arayışındaki bakış açısında gözardı edilmemesi gereken bir durum vardır. Biomorfizmin bakış açısı dışardan, formalist ve teknoloji entegrasyonunun bir uzantısıdır. Üstelik sürece yönelik çalışmalar değil sonuç ürünün görsel benzeşimine dayanır. Ancak genetik mimarlığın kökenlerinin bir akım olarak aranmasından ziyade genetik mimarlığı içeriksel olarak beslediği düşünölen, çalışmalara öncölük eden iki durum vardır. Birincisi Peter Eisenman'ın çalışmalarında görönen içeriksel ipuçları, diğeri de John Frazer'in çalışmalarındaki metodolojiye yönelik sergilenen tutumdur. Bu nedenle 'Dekonströktivizm'in altında fakat diğerklerinden farklı bir yere oturan Eisenman'la, Genetik Mimarlığın belkide labaratuvar ortamlarında, sürece yönelik programların mimarlıktaki ilk deneylerini yapan Frazer incelenecektir. Gaudi ve Calatrava Genetik Mimarlığın öngördüğü çalışmaların deneysel çalışmaları olarak görmeden kendi mimarilerini yarattıklarını düşünörlö ancak Frazer bu çalışmayı 1990'larda yeni başlayacağını hissettiği bu günkü gelişmeler için yaptığını söylemektedir. Gaudi ve Calatrava yaptıkları mimariyi kendi mimarlık anlayışlarının geldiği en üst sınır olarak kendilerine mal etmektedirler, ancak Eisenman ve Frazer bu çalışmalara başlangıç teşkil eden, zaman içerisinde geliştirilecek çalışmalar olduğuna dair bir ön kabulle bakmaktadırlar. Bu açıdan yaklaşıldığında genetiğik bilimindeki gelişimin ve devamlılık ilkesinin ön plana çıktığını, genetiğin içsel mantığına daha da yaklaştıklarını söyleyebiliriz. Eisenman ve Frazer'in bu sebeblerden dolayı Genetik Mimarlığın izlerini taşıdığı düşünölmektedir Bir nevi biomorfizmin içinden bakan Gaudi ve Calatrava kapalı uçlu bir yaklaşımı belirlerken Eisenman ve Frazer açık uçlu yaklaşımı benimsemektedir.

2.5.1 Dekonströktivizm (*Deconstruction*), (Eisenman)

Eisenman (1998) "...artık mimarlığın katı yapısından ve diyalektik karşıtlıklara dayalı değerler sisteminden kurtulması, karşıtların arasında olanı keşfetmeye başlaması ve klasik düzenin empoze ettiği güzelliğ anlayışının tarih içinde değişikliklere uğrasa bile hiçbir zaman yerinden oynatılamayacağını kabul etmesi

gerekmektedir” diyerek mimarlığın yeni arayışlar içerisinde olduğunu ve bunun kaçınılmaz olduğunu net bir şekilde belirtmiştir.

Genetik sistem kendi kendini üretebilmek için gerekli açıklamayı içerisinde barındırmaktadır. Oysa ki dekonstrüktivist anlayışta genetik mimarlıkla ortak olan karmaşanın konusu ve geometrinin kendine has kaotik yapısı mimarinin işlevsel ve uzaysal boyutlarına daha doğrusu biçim bulma prosedürüne daha yukardan aşağı bir yöntemle bakmaktadır.

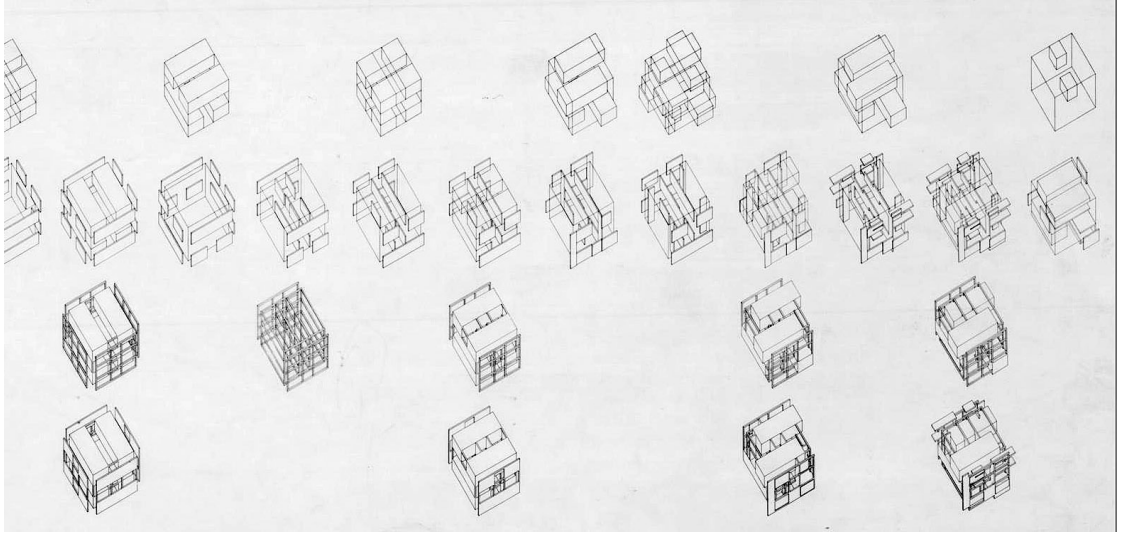
Chu’ya (2004) göre Eisenman’ın izlediği yöntem biçimsel aksiyomlara dayanmasına rağmen, morfogenetik oryantasyonun öncülerinden kabul edilir. Onun ilk zamanlarda Chomsky’nin gramerinin derin yapılarına duyduğu ilgi, onun daha sonraki dönemde, genetik mimarî teorisinin gelişmesine kaynaklık eden ikiz kavramlar olan mimarinin içsellliği ve üretimselliğin otonomisine duyacağı bitmek tükenmek bilmeyen ilginin göstergesidir. Chomsky gramerinin, Aristid Lindenmayer’in Lindemayer Sistemi, kısaca L-sistemleri, olarak adlandırılan bina yapımına yönelik matematiksel teorisini oluşturmasını sağladığı da belirtilmelidir.

Eisenman şu yorumda bulunmaktadır. “...Dünyayı görüntülemek ve çerçevelemek için yarattığımız araçlar, belki de bize faydalı olmayacak veya kabul etmeyeceğimiz şekilde bizi biçimlendirmeye başlayacaktır” (Eisenman, 2007)

Peter Eisenman’ın bu gerçekleri ilişkilendirdiği şey, dünya görüşümüzün değişim yaşayıp değer yargılarımızın geleneksellikten uzaklaştığı bir post-hümanist konuma gelmiş olmasıdır. Artık, mimarinin varoluşçu ve özü itibarıyla doğadan uzaklaşmış metodolojisinin çerçevesini şüphe ve düş kırıklığı çizmektedir. Eisenman için bilgisayar, mimara “bilen özneyi” (yani kendimizi) daha da sekteye uğratma rolünü veren bir tasarım sürecine kolaylık getirmektedir. Üstelik, Eisenman’ın istikrarı bozmaya yaptığı vurgu mimariyi, figür ve zemin arasında bir yerde bulunan belirsiz bir dar alana yerleştirmektedir. Yüzeysel benzerlikler taşıyalar da Frank Gehry’nin eserleri, hayvan biçimlerini çağrıştıran (zoomorphic) hevesi ve Calatrava’nın iskelet imgelerinden ilham almış (organik dünyayla akrabalığa atıfta bulunan) strüktürleri farklı bir duyarlılıktan gelmektedir. Mevcut duruma yönelik bu farklılaşan yaklaşımlar, diğer paradigmaların yanı sıra genel mimarinin de belirli bir sosyal eğilim, teknoloji veya biçim sistemine indirgenemeyeceğini gösterir. (Eisenman, 2001)

Ancak, 60'lı yıllarda Bilgisayar Destekli Tasarım'ın geliştirilmesi ile genç kuşak tasarımcılar simülasyon programları ve sanal tasarımı, bilgisayar ekranında matris ve vektörleri bükecek, saracak ve katlayacak veya biçimi geniş çapta araştırma verileri yoluyla etkileyecek şekilde benimsemişlerdir. Kimileri için de bu dijital sonrası dünyada çağdaş deneysel mimarilerle ilişkili teknikler, biyoloji ve bilgisayar bilimleri arasındaki fikir çaprazlamasından ilham almaktadır.

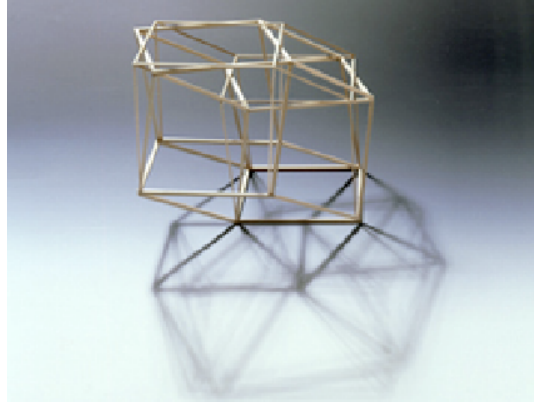
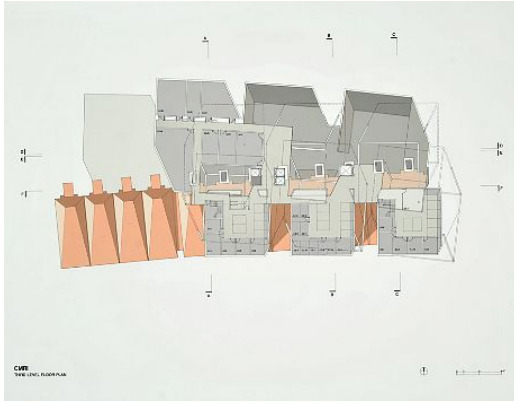
Eisenman, bir dizi yazı ile saf geometrik biçimciliği belirgin ev dizileri (Şekil 2.13) aracılığıyla parçalamaya çalışmış ve böylece yerinden oynatmaya çalıştığı yerleşik mimarlık ilkelerine karşı çıkmıştır. Tasarımlarında önemli bir yer tutan parçalanmış küpleri, dekonstrüksiyon aracılığıyla insanın evrende artan belirsiz durumunu simgelemek amacıyla kullanmıştır. EvI, evII, evIII... olarak bilinen bir dizi tasarımı dilsel modelle temellendirilmiş geometrik yapı değişimlerini vurgulayan bir çalışma süreci içinde gerçekleştirmiştir. (Eisenman, 2007)



Şekil 2.13 : Eisenman'ın ev dizilerindeki dönüşüm (Eisenman, 2007).

Aslında Eisenman soyut geometrik bir çeşitleme yapmaktadır. Türettiği yeni tipler hep en basit geometrinin türevleri ve belli kurallarla ard arda, üst üste çakışmasıyla oluşturulmuştur. Eisenman'ın 'Mellon Araştırma Enstitüsü' projesinde (Şekil: 2.14) büyük dikdörtgen prizma, parçalanıp kırılarak yapısı bozulmuştur. Genetik Mimarlık kavramlarıyla baktığımızda mutasyona uğramış organizma kavramıyla eş tutulabilir (Şekil 2.15). Ayrıca Eisenman'ın metodolojik olarak geliştirdiği sistem algoritma temeli üzerine dayanmaktadır. Bu binalar için yeni kompleks, bir N- geometrik

biçimi ya da bir Boolean¹⁸ küpü gibi alınmıştır. Boolean küpü N geometrisi sınırsızlığı ile yapılmıştır. Bu strüktür yapay zeka alanında bilgisayar tasarımı için bir model oluşturmuştur. Çünkü Boolean küp sistemi basit bir bilgi çerçevesinde bilgisayar için olanaklar sağlamaktadır. N geometrisi, bilgi hareketi için çoklu yola izin vermektedir. Örneğin 1000 N küpünde her noktadan hareket, bilgi matrisinde 1000 farklı yönde yapılabilmektedir. Bu lineer olmayan anlamda, paralel sistemlerden kaynaklanan şans durumuna izin vermektedir. Boolean küpü kontrol edildiği için bağlantı ve iki kat üzerinden kurulmuştur. O çeşit uzaklık için homojen uygun bir yoğunluğu hep korur ve diyagonal olarak simetriktr. Bu yüzden küp öklidyen olmayan sınırsız, sonsuz biçimde ve platonik bir biçimin pürlüğü arasında uzanan kompleks bir strüktürdür. İki çerçeve ya da iki dolu kısmın üst üste gelmesi düşünülüp tasarlanıp yaratılmıştır. Örneğin bir ritmik eğiklik için yatay durum onların eğik durumundan çerçevelerin yer değiştirmesi dolulukta vurgulanmadan ayrılmıştır. Bu yolla insan yanılabilirliği, güzelin karmaşık şartları ve bir yenilik kılavuzluğu bilgi sistem biçimlerinin hiper-rasyonelliğinin azaldığı görülmektedir. (Papadakis, 1989)



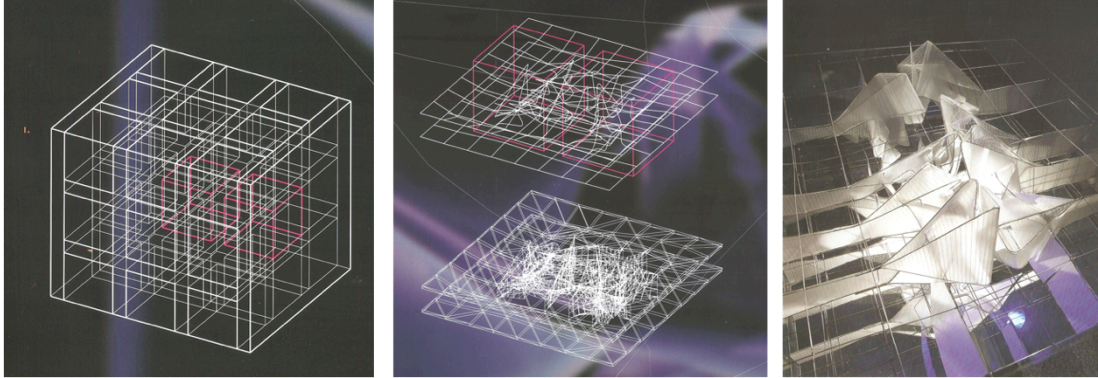
Şekil 2.14 : Carnegie Mellon Enstitüsü, birimler ve tekrarlar (Eisenman, 2007).

Eisenman'da farklılaşma kavramını “farkı”, akla karşıt olarak “verilmiş şey” diye tanımlanır. Eisenman’a göre (1998) bu, mutlakların ve özdeşlerin saptanmasına yönelik bir özdeşleştirme sürecidir. Şimdiye kadar akıl tarafından bastırılan bu fark kavramı, artık bir doğa yasası ya da zihin kategorisi değil, sadece, değerinden yoksun bir başlangıç gibi görülmektedir. Burada Eisenman dijital ortamdaki bir sanal görüntünün farklılaştırma yoluyla gerçeğe dönüştürülebileceğini vurgulamaktadır.

¹⁸Boolean: mantık, matematik ve bilgisayar biliminde değeri *doğru* ya da *yanlış* olabilecek bir değişken türüdür. Bu değer, bazen 0 veya 1 şeklinde de ifade edilir. Boolean Küpü ise grafiksel algoritma veya boolean fonksiyonlarının sadeleştirilmesidir. (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Boole'ca>)

karşıtlık yaratan bir durum izlenimi uyandırmaktadır. Temsiliyet bir yandan benzerlik, resim, örnek, veya zihinde açıkça canlandırmak için, yani bir şeyi var etmek için, verilenin bir kopyasını çıkarırken, kapalı bir ifadeyle gönderme yapılan sanallık kavramı, her bir nesnenin yada şeyin açıkça belirlenebilecek ve tanımlanabilecek biçimi vardır, diyen genel Descartes kavramını allak bullak etmektedir. Burada Eisenman, bir şeyin, yaşanan niteliklerinden ya da biçimlerden başka niteliklere ya da biçimlere de sahip olabileceğini, bir şeyin sanal durumunun biçime yönelik bilgi sağlayabileceği gibi, biçimdışı bir şeyi de ifade edebileceğini önermektedir.

Sanal Ev, dokuz küp ile soyutlanmaktadır. Bu dokuz küp, gizil bir iç ilişkiler ve karşılıklı bağıllık alanı oluşturmaktadır. Her bir gizilgüçsel bağlantı, bir vektörle ifade edilir. Çizgiler ve bunların geometrik nitelikleri, kuvvetlere dönüşmektedir. Her bir vektör için, kendi etki alanını tanımlayacak şekilde isteğe göre sıfatlar belirlenir. Bu durumun genetik mimarlığın kodlama mantığı ile paralellik gösterdiği söylenebilir (Şekil 2.16).



Şekil 2.16 : Eisenman'ın Sanal Ev Projesi (Eisenman, 1998).

Projenin biçimi ve maddiliği, projenin işlemesinden ayrı tutulamaz artık, çünkü bu kendi kendini üreten ve kendi kendini oluşturan bir gerçekleştirme sürecidir. Sanalın gerçeğe dönüşmesi, yani, biçimin doğrulması ise programdır, ancak o zaman rahatlıkla program daima biçimde yazılı halde bulunmaktadır, denebilir.

Belli bir alanda değişen yoğunlukların zaman içinde gelişimi küçük ve büyük çapta dalgalanmalar yaratır ve birbirini gerçeğe dönüştürür. Böylece bir sanal ev karmaşık ve çoklu ilişkili karşılıklı etkileşimleri olan, kesintisiz bir bütütn olarak anlaşılır. Bu etkileşimlerin zaman içinde farklılaşmış ve sürekli eklemlenmeleri vardır.

Eisenman’a (1998) göre biçimi yeniden düşünmek bir yana, Sanal Ev projesinde, aynı anda devindirme ve görünür kılmanın sanal özellikleri, çokluğun anlaşılmasına ve bütünün verilmiş parçaları arasında, “gerçek” farklar saptanmasına işaret eder. Karmaşıklığı basitliğe indirgemek artık olanaksızdır. Sanalı gerçeğe dönüştürme isteği, yeni ve başka olanaklar doğurmakta ve karşılıklı ilişkiler ve yinelemelerin başka yorumlarına gönderme yapmaktadır.

Mimarlığın geleneksel yargıyı sorgulaması için, mimarlık içinde, üretken yapımcılığa, ya da sanalın koşullarına başvurulması gerekmektedir. bu, hem özneyi hem de nesneyi etkileyen mimari mekan üstünde başka türlü bir çalışmayı gerektirir. Buna karşılık mekan kuralları, mekan içinde ortaya çıkan şeyden etkilenebilir. Bunun gerçekleşmesi sırasında bina oluşmaya devam eder.

2.5.2 Evrimsel Mimarlık (*Evolutionary Architecture*), (John Frazer)

Genetik Mimarlığın, John Frazer’ın öne sürdüğü evrimsel tasarım fikirleriyle ortak yönleri olduğu görülmektedir. Frazer’ın (1995) evrimsel mimari savının dayanağı, bilgisayar araçlarının genetik algoritmalar yoluyla ürettiği tekrarlı (*iterative*) ilerleme sürecinin taklididir. Frazer’ın modelinin amacı “doğal alemde morfogeneze kuramına ilişkin bilimsel araştırmaya koşut olarak mimarideki temel biçim-oluşturma süreçlerini incelemektir” (Frazer,1995). Bazı üretimsel kuralların uygulanması, ivme kazanması ve tekrarlanması yoluyla Frazer Darwinci evrime benzer bir tasarım süreci modellemeyi başarmıştır.

Bazı CAAD programları, sınırlı ve belirli kalıplar içinde çalışmakta ve yeni formlar yaratmamaktadır. Hatta Frazer, tüm tasarım gelişim sürecinde hata olduğunu söylemiş, ve yeni bir CAD programı yapmak yerine, kendi kendine çıkarımlarda bulunabilen bir bilgisayar yapmıştır. Frazer bunun için, insan DNA’sına benzer özellikler gösteren genetik algoritmalar kullanmıştır. (Frazer, 1995)

Evrimsel Tasarım, doğadaki evrim sürecine benzer biçimde, kendi kendine büyüyen, gelişen ve kendi kendine organize olup yetebilen formların üretilmesine yönelik bir tasarım stratejisidir. Genetik ve biyolojik değişimin sayısal olarak, betik (*script*) ve genetik algoritmalarla ifade edildiği bir bilgisayar teknolojisinin desteğiyle, bilgi, adeta bir DNA zincirindeki gibi işlenerek, belirsiz ve kompleks formların ortaya

çıkışını sağlar. Bu formlar, bulundukları ortama adaptasyon¹⁹ sağlayarak gelişir, büyür ve hatta çevresel şartlara göre yok olurlar. Bu mantık, evrim mantığıyla eşittir.

Evrimsel tasarım konusunda çalışmalar yapan John Frazer, “Evrimsel Mimarlık” (*An Evolutionary Architecture*) adlı kitabında, evrimsel tasarımın form üretimi açısından yaratıcı bir süreç olduğunu, mimari konseptlerin, bir dizi üretken kural olarak belirlenerek bu kuralların evrim sürecine katılan kodlar olarak şifrelenebileceğini ifade etmektedir (Frazer, 1995).

Evrimsel mimarlık, mimarlığı bir yapay yaşam biçimi olarak tarif edip, DNA benzeri kod metinlerinin yeniden sunulmasını önererek, kullanıcıya ve çevreye tepki veren gelişebilen ve evrimleşebilen süreçler önerir. Evrimsel mimarlığın amacı doğal çevredeki ortak davranış ve metabolik dengeyi oluşturmaktır. Bunun için, doğanın tasarım sürecine doğrudan katılır ve benzer şekilde bir organizma “gibi” davranır. Pask, (2011) Mimarın rolündeki değişmeden bahseder ve bu rolün bir bina ya da şehir tasarlamaya benzemediğini; mimariyi daha çok, onların evrimleşebileceği şekilde davranıp, değişim için hızlandırıcı bir etken olarak tanımlar. Evrimsel mimarlık, doğal bilimler ve sibernetik, karmaşıklık ve kaos gibi yeni bilimlere de dayanır. Evrimsel Mimarlık’ta biçimi değil içsel mantığı modelleyen, tasarım için yeni bir bilgisayar destekli teknik söz konusudur ve evrim, ekoloji, psikoloji, ekonomik planlama, kontrol, yapay zeka, matematik, örnek alma, anlam çıkarma kavramları esastır. Frazer’a (1995) göre, mimarlıkta ekolojik yaklaşım, doğal ekosistemleri taklit etmek anlamına gelmek zorunda değildir. inşaat endüstrisi, kaba malzemelerin önemli bir tüketicisidir ve bu malzemelerin işlenme süreci, taşınması ve uygulanması süreci enerjiye gereksinim duyar. Ekolojik yaklaşım, inşaat için harcanan enerji miktarını düşürüp, malzeme masraflarını azaltıp, kullanılan binaların enerji tüketmesi yerine enerji üretmesini öngörür. Brodey (1967), evrimleşebilen,

¹⁹ **Adaptasyon:** Adaptasyon sözcüğü, Fransızca “*adaptation*” kelimesinden gelir. Türk Dil Kurumu Sözlüğü’nde “uyma, uyarılma ve birbirine uydurma” şeklinde karşılık bulmaktadır. Biyolojide ise “Canlının yasama ve üreme şansını artıran çevreye uyumunu sağlayan ve kalıtsal olan özellikleri” olarak tanımlanmıştır. Bu özelliklerinin değiştirilmesi ile oluşandır. Bu insan tarafından yapıldığında, mutant aynı zamanda yapaydır. (www.biyolojidunyasi.com)

Organizmaların genomları, birçok kuşak boyunca, evrim denilen olgu ile sonuçlanmak üzere, değişebilirler. Mutasyonlar ve mutasyonların yararlı olanları için olan seçim sonucunda, bir canlı türün çevresine daha uyumlu biçimlere dönüşerek evrimine neden olabilir. Bu sürece adaptasyon denir. Yeni türler, türleşme denilen süreçle oluşur. Türleşme genellikle, farklı popülasyonların coğrafi olarak ayrı düşmelerinin neden olduğu genetik farklılaşmadan ortaya çıkar. (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Adaptasyon>)

kendini organize edebilen (*self-organizing*), karmaşık, tahmin edici, öneri getiren “akıllı çevre” (*intelligent environments*) önerisi getirir. Böylece tepki veren “Yumuşak Mimarlık” (*Soft Architecture*) fikrini ortaya sürer. Evrimsel Mimarlık iki türlü yaklaşımın ürünüdür. Bunlardan ilki; her şeyi evrim şemsiyesinde toplamak ve kimyasal elementlerin, fiziksel sabitlerin, bilginin, kültürün evrimini, evrim teorisi ile bir bütün olarak düşünmektir. Diğeri ise bilimdeki kendi kendini organize edebilen sistemler gibi eksikleri doldurup, yeni bir meta-teori yaratmaktır. Bunların dışında, karmaşıklık, kaos ve çarpışma ile baş edebilecek bir yaklaşım, yapay ve doğal sistemlere eşit muamele etmek de evrimsel mimarlığın tavırlarındandır.

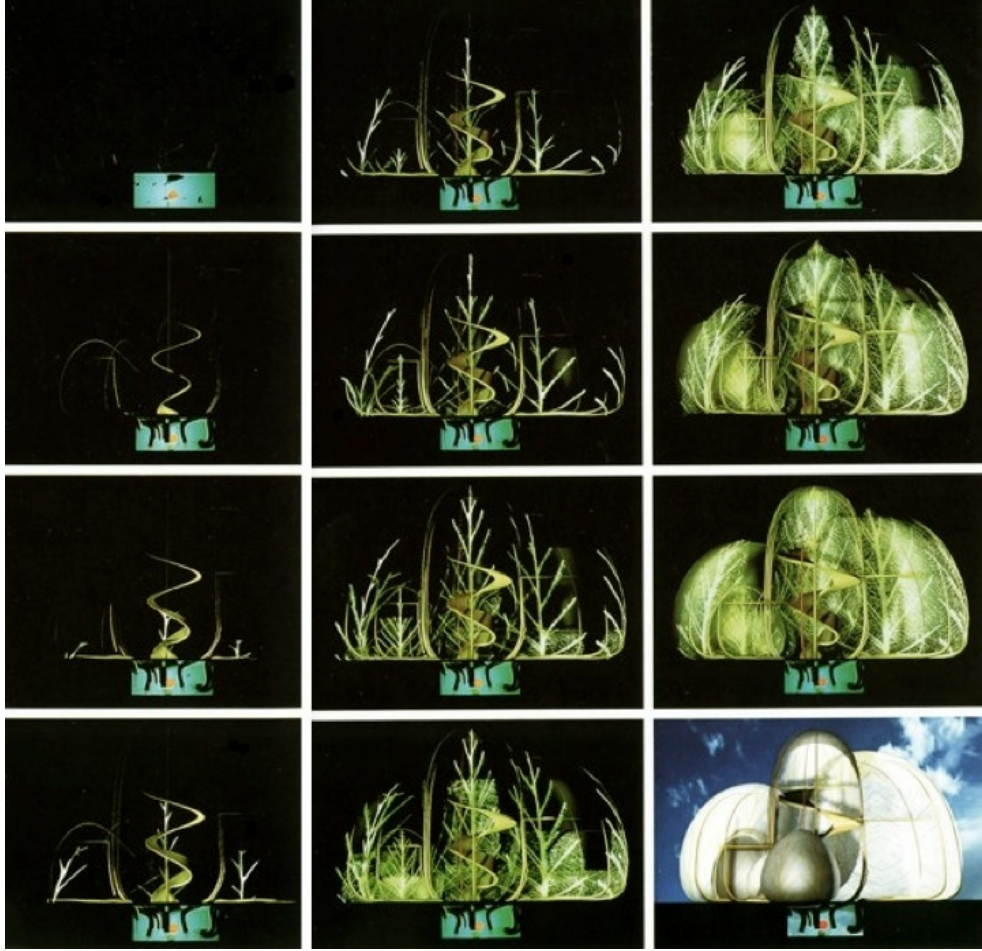
Biyolojik gelişme ve form konsepti, mimari form yaratmak için üretken bir süreç olabilmektedir. Frazer’a (1995) göre mimari konseptler, bir dizi üretken kural olarak belirlenebilir ve onların evrimi ve gelişimi dijital olarak kodlanabilir.

Evrimsel form üretim tekniklerinde, bilgi taşıyan hücreler ya da tohumlar evrim teorisine göre farklılaşarak büyüme göstermektedirler. Buradaki “bilgi” yani bir anlamda genetik şifre (kod) formun gelişimi ve biçimlenişini sağlamaktadır. Bu şifre bir anlamda hücrenin DNA’sıdır. Ortaya çıkan kompleks formlar, önceden tahmin edilemeyen belirsiz formlardır ve bu formların çeşitliliği doğum, ölüm, mutasyon, adaptasyon gibi evrimsel kurallara bağlıdır. Bu yaklaşımda, diğer üretken yaklaşımlarda olduğu gibi, mimarın görevi formun kendisini bulmak değil, formların üretilmesine sebep olacak “formülü, şifreyi, kodu” yazmaktır.

Mohamad Alkhayer ve John M.Johanser’in, 1998 yılında tasarladıkları Moleküler Kurgulu Ev (Şekil: 2.17) (*Molecular Engineered House*) projeleri, evrimsel tasarım yaklaşımlarından etkilenecek oluşturulmuş bir projedir. Bu ev 2200 yılı için geliştirilmiştir. Bilgisayarda yazılan bir genetik algoritma sayesinde, genetik bilgiyi taşıyan “tohumlar” dokuz günlük bir evrim ve gelişim süreci geçirerek son halini almaktadır. Adeta bir bitkinin gelişimini göstermektedir (Johansen, 2002).

Form üretim süreçlerinde dinamik davranış gösteren ve teorik olarak gerçekleştirildiklerinde de bu dinamik davranışı sürdüreceği düşünülen formlar, ne yazık ki henüz hala teoride kalmıştır. Ancak bilgisayar ortamındaki denemelerde dinamik süreç sürekli devam ederek formun değişimi ve farklılaşması izlenebilmektedir. Evrimsel form üretim teknikleriyle üretilen tasarımların, mimarlık ürünü haline dönüşmesi, günümüz teknolojisinde ancak sürecin belirli bir anda kesilerek, elde

edilen formun işlenmesiyle mümkündür. Estevez, Frazer gibi mimarların, kendi kendine değişebilen, gelişebilen, yaşayan organizmalar olarak tariflendiği formlar günümüz mimarlık ortamında sadece bilgisayar teknolojileriyle görebildiğimiz formlar olarak kalmaktadır.



Şekil 2.17 : Alkhayer & Johanser, Moleküler-Kurgulu Ev (Johansen, 2002).

“Interactivator”, İngiltere’deki Ulster Üniversitesi ve kısaca RIBA olarak bilinen İngiliz Mimarlar Kraliyet Enstitüsü (*Royal Institute of British Architects*) ile ortaklaşa gerçekleştirilen, evrimsel özellikler taşıyan bir bilgisayar modelinin geliştirildiği bir araştırma projesidir. Projenin yürütücüsü ve mimarı John Frazer’dır. Teorik ve pratik bazı denemelerden sonra, Ocak 1995 yılında, Interactivator adı verilen bu bilgisayar modeli Internet üzerinden dünyaya açılmıştır (Toy, 1995).

İnternete bağlı bu sistemde birbirine bağlı üç bilgisayar kullanılmıştır. Londra’daki ana bilgisayar modelin hücresel gelişimini, genetik araştırma alanında arazinin temsili işlemlerini üstlenmiştir. İkinci bilgisayar, dış dünyayla iletişim, çevresel sensörlerle bilgi alış-verişi ve internet yoluyla genetik kodların havuzdan alınışı

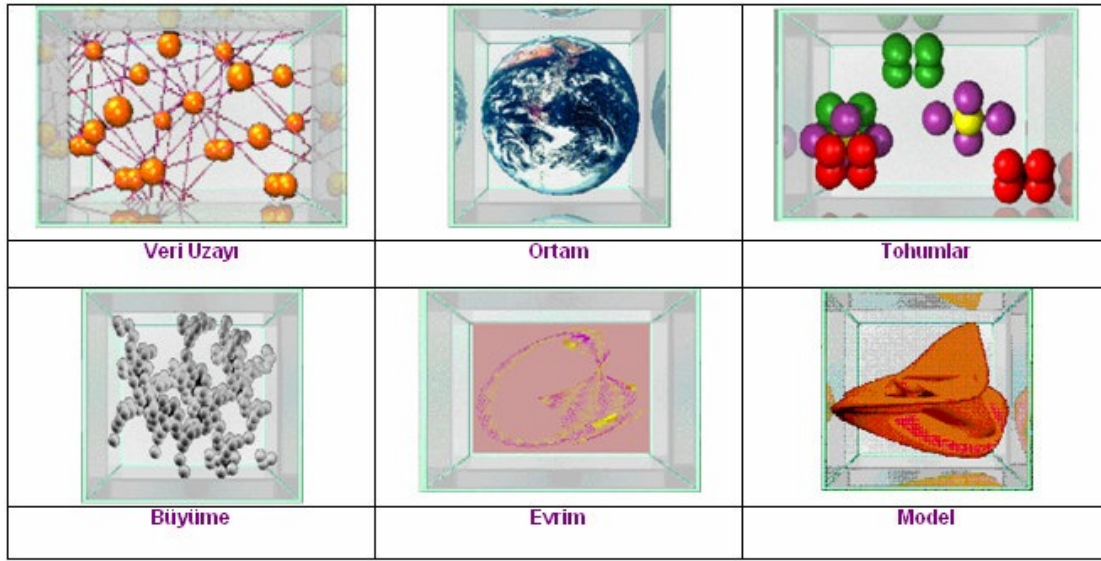
işlemlerini gerçekleştirirken, üçüncü bilgisayar ise, ortaya çıkan modelin büyümesi ve gelişmesinin animasyonu görevini yerine getirmektedir. Modeli, internet yoluyla girilebilir yapmanın amacı, geniş katılım sağlamak ve bu sayede gen havuzundaki biyolojik farklılığı artırmaktır. Böylece ana bilgisayarın gen havuzunda, pek çok farklı genetik materyal toplanmış ve yeni formların üretimi için bu gen bilgilerinden faydalanılmıştır. Sanal ziyaretçiler, modellerin mevcut durumunu görebilir ve bir açıklama alabilir ya da genetik ve ya çevresel enformasyon ekleyerek katılabilirler. Yazılımın kopyası yine internetten yüklenebilmektedir. Proje, sanal ortamda oluşturulmuş “yapay bir doğa”da, büyüme, gelişme, çoğalma ve mutasyon gibi evrimsel bir takım işlemlere uğrayan bir “yapay tohum”, ve bu tohumun yarattığı mekansal alanın incelenmesi amacıyla. Bu yapay ortamın internet desteğiyle interaktif bir ortama dönüşmesi sağlanmış ve kullanıcılar oluşan “form”a etki edebilme yetisi kazanmıştır.

John Frazer’in araştırmasının arkasında yatan ilham kaynağı simbiyotik davranışları ve metabolik dengesi doğal ortamdakine benzeyen, yapay bir ortam üretmektir (Toy, 1995). Bu bir bakıma sanal mekanda gerçek ve yeni bir doğa yaratmaktır, yani doğanın simülasyonunu yapmaktır. Yaratılan organizmaların vücudu, yani yaşam mekanı, çevre ile enformasyon arasındaki alış-veriş yoluyla adaptasyon ve modifikasyon aktiviteleri için bir model haline gelmektedir. Bilgisayar tekniklerini kullanarak, bir mantık çerçevesi içinde, embriyolojik çekirdekten başlayarak, vücudun gelişmesine benzer biçimsel süreci kullanıp, yeni formların gelişmesi sağlamaktadır. Yine doğada gördüğümüz, canlıların üremesi ve gelişmesi adımları olan, morfogenez, genetik kodlama, replikasyon ve doğal seleksiyon gibi adımlar başarılı bir şekilde bu yapay dünyada da uygulanmaktadır.

Bu bağlamda öncelikle, genetik algoritmalarla yazılmış bilginin evrimsel sürece tabi tutulacağı “ortam” çeşitli bilgisayar programları yardımıyla simülasyonu yapılmıştır. Burada simülasyonu yapılanlar edilenler, evrim için gerekli olan, uygunluk (*fitness*²⁰) değeri, ısısal faktörler, mutasyona sebep olacak ani değişimler vb. gibi değerlerdir.

²⁰**Uygunluk (Seçilim değeri)** (*İng: fitness*), kimi Türkçe kaynaklarda "**uyum başarısı**" ya da "**uyum gücü**" olarak da geçmektedir, (genelde popülasyon genetiğinde *w* olarak ifade edilir) evrim kuramında önde gelen merkezi bir fikirdir. Hem genotipe göre, hem de fenotipe göre tanımlanabilir. Her iki durumda da, hayatta kalma ve üreme kabiliyetini açıklar ve belirgin genotip veya fenotipteki ortalama bir bireyin, bir sonraki neslin gen havuzuna yaptığı katkının ortalamasına eşittir. Eğer belirli bir geni etkileyen aleller arasında farklılıklar mevcutsa, o zaman alellerin frekansları da nesiller boyunca değişim gösterecektir; daha yüksek seçilim değerine sahip olan aleller, daha yaygın hale gelirler.

Gelişimi belirleyen genetik algoritmalar yazılarak “yapay tohumlar” içinde paketlenmiştir. Birbirini takip eden büyüme ve gelişmeden sonra, ortamda yapay bir evrim gerçekleştirilir. Tohumların içerdikleri genetik algoritmalar yazılmış olan bilgilere göre bir model ortaya çıkmaktadır (Şekil 2.18). Ortam burada dondurulup oluşan model kullanılabileceği gibi, süreç devam ettirilip değişim izlenebilir ya da yeni mutasyonlar uygulanarak formda çeşitlilik sağlanabilmektedir. Evrimin sürekliliği göz önünde bulundurulduğunda hiç kesilmemesi gereken süreç, form elde etmek amacıyla durdurulabilmektedir.

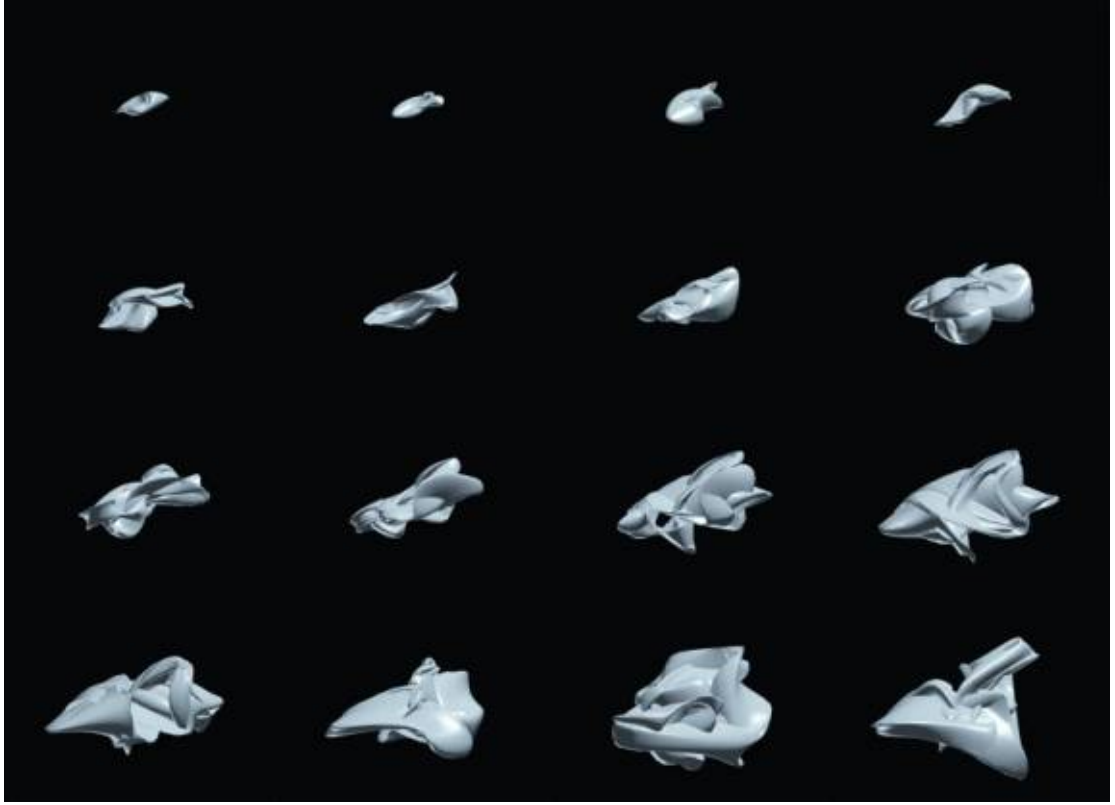


Şekil 2.18 : Interactivator, form üretim evreleri (Frazer, 2002).

Bilgisayar modelleri simüle edilmiş ortamda üreyen, gelişen formun görselleştirilmesi için kullanılmaktadır. Böylece üretimin her aşaması detaylı şekilde görülür ve bütün bu simülasyon işlemleri çok kısa zaman dilimlerinde gerçekleşir. Ortaya çıkan formlar genellikle beklenmeyen sonuçlardır. “Interactivator” içindeki “tohum”, aslında genetik bilgileri taşıyan ve tohum formunu oluşturan bir “genetik kod taşıyıcısı”dır. Tıpkı doğadaki hücrelerin çekirdeklerinde taşıdıkları genetik bilgilerin gelecek nesillere üreme yoluyla aktarılması gibi, tohum içindeki bilgilerde bölünme işlemi gerçekleşerek diğer tohum hücrelerine geçer, ve tüm modele yayılır.

Tohum içindeki başarılı genler, genetik algoritmada yapay ortam için belirlenmiş uygunluk (*fitness*) değerine göre yaşamlarına ya devam eder, ya da ölürler, yani doğadaki “doğal seleksiyona” benzer şekilde ayrılırlar. Sadece başarılı genler gen havuzunda yaşamaya devam eder ve bir sonraki çaprazlamaya (*crossover*) katılırlar.

Çaprazlama ve mutasyon işlemleri ise, genlerde değişikliğe sebep olduğu için, oluşacak formlarda çeşitlilik sağlar (Şekil 2.19).



Şekil 2.19 : Interactivator: Mutasyona uğrayan formlar (Frazer and Janssen 2002).

Interactivator projesinde, bilgisayar genel anlamda tasarıma yardımcı olarak değil, evrimsel bir hızlandırıcı ve üretici güç olarak kullanılır. Tasarım için kullanılan genetik teknikler, bir dış form modellemekten çok, içsel mantık modellemektir ve henüz sadece bilgisayarın hayal gücünde evrimleşen bir gelecek mimarinin sergisini yapmaktadır. John Frazer'ın açıklamalarında, form üretimi için gerekli direktifleri içeren genetik algoritmayı oluşturan bilgilerin, büyüme ve gelişme kuralları, doğayla uyumu, uygunluk (*fitness*) değeri. vb bilgilerin olduğunu belirtmektedir, fakat literatürde burada kullanılan algoritmanın kendisine ulaşamadığını belirtmektedir. Frazer, mimari konseptlerin de genetik bir dil ile bu üretken genetik algoritmalar içine eklendiğini vurgulamaktadır. Frazer'ın, Ulster Üniversitesi'ndeki öğrencileri ile birlikte oluşturduğu bu proje “An Evolutionary Architecture” başlıklı, mimarlıktaki temel form üretim süreçlerini kapsayan, bir sergide yer almıştır (Toy, 1995).

3. GENETİK MİMARLIK TEORİLERİ VE TEKNOLOJİLERİ

3.1 Genetik Mimarlığın Teorileri

Genetik Mimarlık kapsamında yeni oluşan bir kavramın, mimarlık ortamlarında kullanılması zaman almaktadır. Şuanda Genetik Mimarlık bu oluşum aşamasını yaşamaktadır. Kavramlar üzerindeki bu belirsizlik konu üzerine çalışan teorisyenlerin eş zamanlı olarak bir çok kavramı bazen farklı anlamlarda kullanmalarından ve yorumlamalarından doğmaktadır. Genetik ve onu çevreleyen kavramların mimaride nasıl kullanıldığı, nasıl kullanılabileceği henüz yeteri kadar netlik kazanmış durumda değil. Mimarlar, teorisyenler ve eleştirmenler eş zamanlı olarak bunun üzerine tartışmaktadır. Farkları ve benzerlikleri tartışmak için bu konu üzerine kabul gören metinleri irdelemek gerekmektedir. Bunun için bu konuda daha çok düşünsel üretim yapan ve ilk olarak “Genetik Mimarlık” terimini kullanan Karl Chu’nun “Hyperzoik Paradigması” incelenecektir. Alberto Estevez’in ortaya koyduğu Genetikle Mimarlıkla ilişkili kavramları karşılaştırmalı olarak değinilecektir. Dennis Dollens’in araştırma ve program üzerinden gerçekleştirdiği deneysel çalışmalarından örnekler verilecektir. Michael Weinstock’un AA’de (Architectural Association) yaptığı araştırmalar ve stüdyo çalışmalarına yer verilecektir. Evan Douglass’ın *Pratt Enstitute*’de Otogenetik Strüktürler (*Autogenetic Structure*) üzerine yürüttüğü araştırma ve stüdyo deneyimleri örneklerle tartışılacaktır. Neil Leach’in bir eleştirmen olarak konu üzerine yaptığı yorumlar ele alınacaktır. Konuyla örtüştüğü düşünülen Manuel De Landa’nın “Yeni Materyalizm” (*New Materyalism*) bakış açısıyla konuya açıklık getirilmeye çalışılacaktır. Tüm bu çalışmaların ortak özellikleri eğitimle iç içe olmalarıdır. Teori eğitime bu kadar eş zamanlı yansiyorsa bunun bir sebebi yöntemin ve üretin şeklini de öneriyor olmasıdır düşüncesinden yola çıkarak teoriler içeriği yöntemi ve üretim şekli açısından da ele alınacaktır.

Mimarlık alanında, Genetik Mimarlık gündeme gelmeden önce de biyolojik terimler kullanılmış, fakat bunlar doğrudan değil, çeşitli analogiler içeren mecazi anlamlarıyla, daha çok işlev ve biçim özelliklerine gönderme yapacak şekilde ele alınmıştır. Aynı şekilde, bilgisayar bilimlerinde de sıkça biyolojik analogiler kullanılmıştır, fakat bunların bilgisayar ortamındaki işleyişleri ve anlamları, kontrol edilebilen fiziksel ortam sebebiyle, biyolojideki kadar karmaşık anlamlar içermemektedir. Bu konu, anlam kaymalarına sebep olmamak için önemlidir. Çünkü, Genetik Mimari’de biyolojik terimler, mimarlık alanında kullanılan gelen mecazi anlamlarıyla değil, birincil anlamları ile kullanılmaktadır.

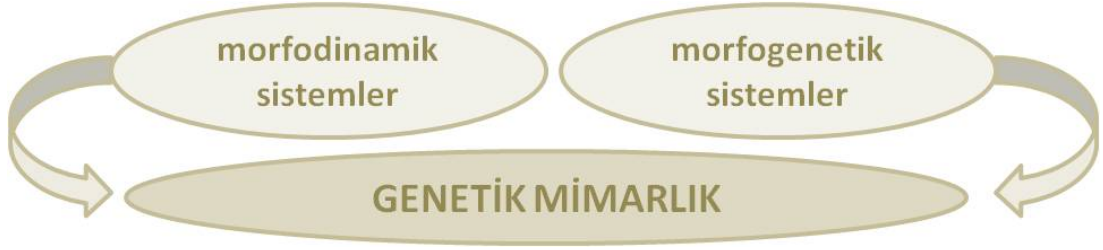
Genetik Mimarlık doğadaki varlıkların büyüme sürecinden çok üreme süreciyle ilgilidir. Ancak bir canlının büyüme sürecinde genlerindeki varoluşsal ve ortaya çıkışsal süreçleriyle ayrılmaz bir bütün teşkil edeceğinden büyüme prensipleri de genetik mimarlığın kavramlarıyla çok yakından ilişkilidir.

2001 yılında, Alberro T. Estevez’in başı çektiği bir ekip tarafından Genetik Mimarlığın hedeflerini karşılamak ve gerçek boyutta mimarlık üretmek için yeni dijital teknolojilerin kullanımı üzerine araştırmalar başlatılmıştır.

Doğal ve dijital öz-düzenleme (*digital self-organization*) sistemleri sayesinde kendiliğinden ortaya çıkıp gelişen malzemelerden yapılmış bu genetik, biodijital mimarinin faydalarını görebiliriz: Ancak, DNA ve yazılım yeni bir mimarlığın yeni malzemeleri olduğunda, genetik ve sibernetik sistemler yeni bir mimarlığın yeni sistemleri olduğunda bu faydaları görmek mümkündür. Doğal bir yazılım gibi DNA ile çalışırsak doğal dünyanın büyük potansiyelini; yazılımla da dijital bir DNA gibi çalışırsak dijital dünyanın geniş olasılıklarını görmek olasıdır. Yeni bir mimarlığın şartları yeni biyolojik ve dijital teknolojilerin sunduğu olanaklar genetik ve sibernetiğin füzyonu olarak biyodijital mimarlık bizim ilgi alanımızdır. (Estevez, 2009).

Karl Chu (2004) Genetik Mimarlığın Metafiziği ve Hesaplama (*Metaphysics of Genetic Architecture and Computation*) adlı makalesinde modern mimariye egemen olan akımların özelliklerini tanımlıyor ve sonrasında kapsamlı bir teori üretiyor. Bu teoriyi detaylı bir şekilde değerlendirmeden önce teorisini temellendirdiği bazı yaklaşımları açıklamak gerekmektedir. Chu’ya göre, mimarî söylemin güncel ortamında teorik etkenlere dayanan birbirinden farklı iki akım vardır: binaların tasarımı ve inşasına *morfodinamik sistemlerin* yaklaşımı ve *morfojenetik sistemlerin* yaklaşımı (Şekil 3.1). Bu sistemleri biyolojik gelişmelerle bir benzerlik kurarak

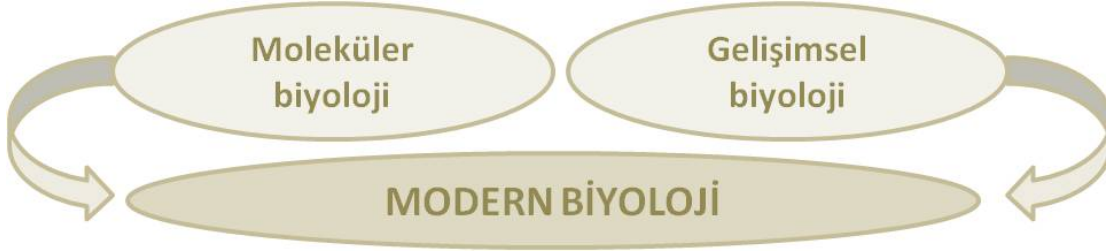
açıklamaktadır. Bu sistemler problemi, modern biyolojide var olan moleküler biyoloji ile gelişimsel biyolojideki farklılıkları sentezleme problemini anımsatmaktadır. Mimarîde de ihtiyacımız olan şeyin benzer şekilde iki sistemin sentezlenmesi olduğunu düşünen Chu, yenilikçi akımın ortaya çıkışının üzerinden yarım yüzyıl geçmesinin ardından, mimarî uygulamaları mimarinin genel güçler ekonomisiyle yakından bağlantılı olduğu gerçeğinin, diğer bağlantıların ve küresel ekonominin daha da bilincinde olarak yürütüldüğünü belirtmektedir. Şu anda iki yaklaşımdan daha etikili olanı, sorunları ele alırken iki farklı yöntem kullanan morfodinamik yaklaşımdır. Doğrudan nesnelerin oluşturulmasıyla ilgilendiği için daha önemli ve gerekli olmasına rağmen, morfogenetik sistem hala embriyonik aşamadadır denilebilir. Chu (2004) bu iki akımı ortaya çıkaran kavramları şöyle açıklamaktadır;



Şekil 3.1 : Genetik mimarlık sentezi, Chu (2004) den uyarlanmıştır.

Morfodinamik akım içerisindeki iki yönelimden ilki ve en etkili Rem Koolhaas'ın Enternasyonel Sermayenin yarattığı yeni dünya düzeninin uzamsal kaydı olarak mimarîyi yeniden tanımladığı akımdır. Chu “Onun esas olarak küresel piyasa ekonomisinde etkili olan güçlerin düzenlenmesi ve değiştirilmesini temel alan nesnellik algısı, eleştirdiği modernist dil ile mimarîyi de kapsayan kültürel alandaki böyle zorlayıcı ifadeleri ortaya çıkaran hayatın saçma yanlarını ve çeşitli iddiaları kullanarak abartılı bir üslupla eleştiride bulunmasını mümkün kılar” diyerek Koolhaas'ı eleştirir ve mimarînin sermayenin ontolojik kaderini belirlerken kullandığı bir araç haline gelmiş olduğunu belirtir. Şu gerçeği de göz ardı etmememiz gerektiğini vurgular, “doğada bulunan gerçek dinamik sistemlerden farklı olarak, Koolhaas'ın mimarînin piyasa ekonomisi tarafından şekillendirdiğini iddia etmesi tek başına mimarînin dinamik yapısını ortaya çıkarmaz” diyerek morfo dinamik etkenleri sadece ekonomiye bağlamaz onun morfodinamizm kavramı altına koyduğu asıl şey doğada bulunan gerçek doğal sistemlerdir.

Morfodinamik ve morfogenetik sistemler arasında tıpkı modern biyolojide hakim olan moleküler biyoloji ile gelişimsel biyolojideki farklılıkları sentezleme problemi vardır. Chu (2004) bu benzetmeyle genetiğin her alanda mimarının içine sızdığını bir kez daha vurgular. Genetik mimarlıkta morfodinamik ve morfogenetik sistemlerin sentezlenmesi sonucu ortaya çıkmaktadır (Şekil 3.2).



Şekil 3.2 : Modern biyoloji sentezi, Chu (2004) den uyarlanmıştır.

Morfodinamik yaklaşımda ikinci bir görüş dijital alanda çalışmakta olan bir grup genç mimar tarafından temsil edilmektedir. Bu mimarlar bazıları tarafından biyomorfik betimleme olarak nitelenen, soft morfoloji olarak bilinen mimarîyle ilgilenmektedirler.

Dinamik sistemler kendini düzenleyebilen fakat kendini kopyalama yetisinden yoksun üretken sistemlerdir. Bu sistemlerde ne kopyalama mantığı, ne bunun için bir şablon ne de kalıtsal bilginin sonraki nesillere aktarılmasını sağlayan mekanizmalar bulunur. Bunun aksine, genetik sistem kendi kendini üretebilmek için gerekli açıklamayı içerisinde barındırır. Chu'ya (2004) göre 'temsili' ve 'soyut' olmak üzere iki tür hesaplama yöntemi vardır. Soyut hesaplama yönteminde izlenen adımlar, genetik sistemlerin özünde var olan biçimlerin oluşumu ve gelişimine olanak sağlar. Bunun yerine 'temsili modelleme' kavramı, bilgisayar simülasyonunda olduğu gibi, hesaplama süreci dışında kalan kaynaklara dayanır. 'Soyut modellemede', kendi sınırları dışında bulunan, önceden var olan herhangi bir model ya da duruma esas alınmaz. Soyut modelleme, aksiyomatik kural dizisinde özünde olan üretimsel olasılıkları araştırarak kendi gerçekliğini yaratır. Bu modelleme biçimi, içsel olasılıklara ve sınırlara dayanan bilgi işleme sürecinin en saf halidir.

Tarihsel olarak, genetik mimarî öncü akımlar içerisinde gizli olan ütöpik fikirlerin bir uzantısı ve başkalaşım geçirmiş şekli olarak görülebilir. Bu yeni durum yeni bilimler ve teknolojilerden faydalanarak yeni dünyalar yaratmayı amaçlar. Genetik William Bateson tarafından 1950 yılında türetilen kalıtsal çalışmaları içine alan bir isimdir.

Gen teriminin ortaya çıkışı da hemen hemen aynı zamana rastlar. Bu terim de Danimarkalı bitkibilimci Wilhelm Johannsen tarafından üreme hücreleri içerisinde bulunan kalıtsal özellikleri belirleyen birimleri açıklamak için türetilmiştir. Genetik ve gen terimlerinin anlamları, yeterince soyut ve doğrudan doğruya biyolojiye bağlı olmaksızın mimarî içerimleri olan kavramlar olacak kadar da geneldir. Genetik kavramının içeriği genetik kodda gizli olan bazı kurallara dayanan kalıtsal birimlerin kopyalanarak çoğaltılması mantığına dayanmaktadır. Mekanizma içinde gömülü olan bu birimlerin üretime dayalı bir fonksiyonu vardır: Chu'ya (2004) göre bu durum özyinelemenin (*self-recursion*) özgönderimsel (*self-referencial*) mantığının oluşturulmasıdır. Özyineleme aynı kuralı arka arkaya uygulayarak tekrar tekrar kendini veya kendinden bir önceki aşamayı oluşturan, böylelikle bir dizinin veya bir dönüşüm dizisinin özgönderimsel yayılımını üretmeye yarayan bir süreçtir. İçsel bir ilke içerisinde kodlanmış olan bu mantık, hesaplama biliminin temelinde yatan üretkenin anatomisini oluşturmaktadır.

3.1.1 “Hyperzoic Paradigma”

“Hyperzoik paradigma” Karl S Chu'nun ilk defa 2004 yılında yayımladığı “Genetik Mimarlığın Metafizigi ve Hesaplama” (*Metaphysics of Genetic Architecture and Computation*) başlıklı makalesinde yazıya alınmıştır. Chu (2004) bu paradigmadan “İnsan-Sonrası Dönem” (*Posthuman Era*) olarak adlandırılan hesaplama bilimi ve genetik mimarinin birleşiminden doğan gereksinimleri karşılayacak niteliktedir” diye bahseder. Hiper (*Hyper*), batı dillerinde en üstün, en yüksek en üstte olmak anlamında bir ön ektir. (Cevizci, 2005). Zoik (*Zoic*), hayvan yaşamını andıran ya da onunla ilgili anlamına gelir. Dolayısıyla “hyperzoic”in kelime anlamı canlı yaşamıyla ilgili olmanın ötesinde bir duruma denk düşer. Yarı mekanik bir yaşam tarzından bahseder. Ayrıca doğanın tarihi dünyanın oluşumdan bugüne kadar geçen ve durmaksızın devam eden kesintisiz bir süreç olsa da bilim adamları çalışılmasını ve anlaşılmasını kolaylaştırmak amacıyla dünyanın tarihini jeolojik devirler denilen çeşitli dönemlere ayırır. Bu dönemler sırasıyla Fanerozik (görünür yada bilinen yaşam anlamına gelmektedir) dönem üst başlığı altında üç alt döneme ayrılır. Paleozoik (*Eski Hayat*), Mezozoik (*Orta Hayat*) ve Senozoik (*Yeni Hayat*). Bu bağlamda düşünüldüğünde, Chu'nun bu paradigma için “Hiperzoik” tanımını kullanarak yaşam ötesi bir döneme geçişi vurguladığı ve bu kırılmanın bir çağı

sonlandırarak diğerk bir çağı başlatacak kadar önemli gördüğü fikrinin yattığı söylenebilir. Chu, (2004) “Klasik düşüncenin hayatta kalan son birkaç unsurundan biri olan mimarlık, nihai olarak bifürkasyon (çatallanım/ikiye ayrılma) evresine erişmiştir.”diyerek bunu pekiştirmektedir. Bunun bir paradigma kırılması olduğu düşünülmektedir. Chu (2004) bu paradigmanın henüz adının konulmadığını ancak kendisinin buna “**Hyperzoic Paradigma**” adıyla atıfta bulunacağını belirtir ve şu sebebe dayandırır.

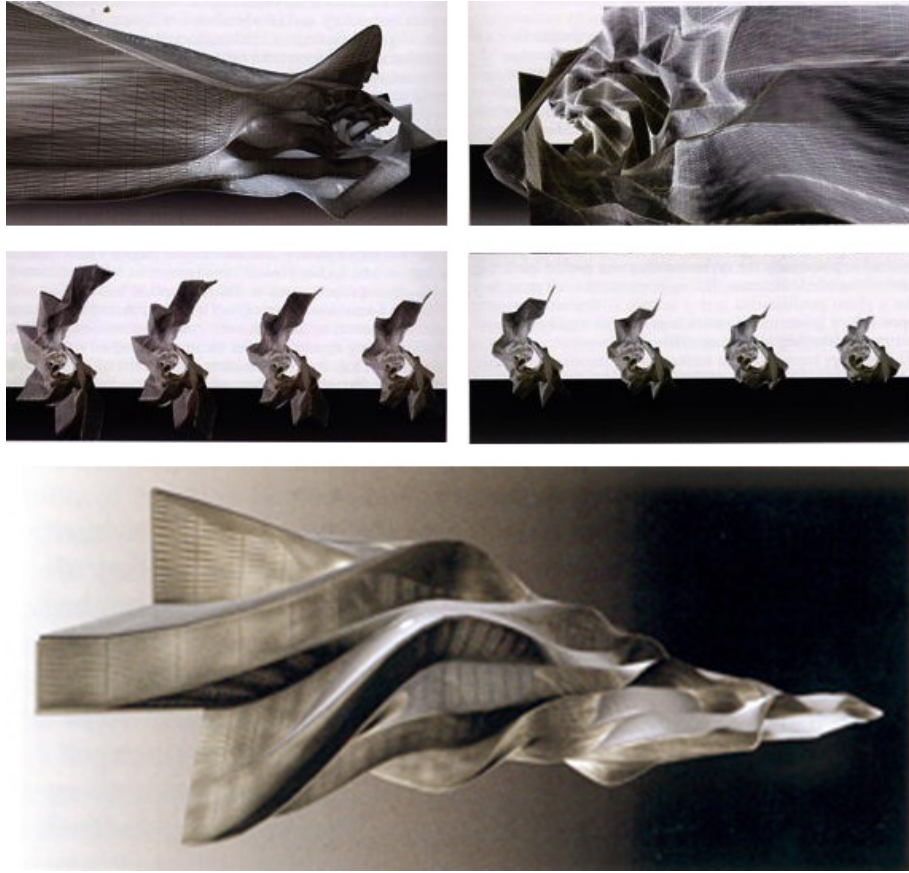
...çünkü bu durum **neo-biyolojik** bir medeniyetin gelişimini gerektirir. Bütün belirtilere göre, bu, insanlığın kültürel evreni yörüngesi içinde, yüksek olasılıkla her şeyin, yaşayan, organik, ama yine de mekanik, işlev ve kapsamda tözel bir cisme dönüştürülmesi ve belgelendirilmesi ile sonuçlanacaktır. Günümüze kadar tümüyle erişilemez değilse de, saydam ve geri planda kalmış olan fiziksel gerçekliğin yaratıcı matrisi içinde kilitli kalan Prometheus ateşini çözerek, Evrensel Turing Makinesi’nin (*Universal Turing Machine*) vuku bulmasıyla, artık cisim ve enerjiyi, parçalardan türeyen yeni bir organik maddeye dönüştürmeye başlamış bulunmaktadır. Sonuç olarak, artık tümüyle yapay bir boşluğun, paralel evrenin içine girilmek üzeredir. Bu paralel evren, ilk bakışta, doğaya ve insan tarihine hepten yabancılaşmış gibi görünebilecek tesirli bir sebep (*instrumental reason*) özlemiyle doğmuştur. Fakat bu yeni zeminin, çelişkili şekilde, son tahlilde, doğanın kendisine en içsel ve esasi olduğu görülebilir. Kültürel dünyanın bu gelişmeleri özümsemesi, bugüne kadar, şöyle bir epigenetik²¹ sevk içindeki dönüşümsel güçten, nispeten etkilenmemiştir: Mimarlık gezegenini yükleyerek, onu bir genetik hesaplama (*computation*) yoluyla olası dünyaların oluşturduğu gezegenlere yollayıp tipik alanın derin yapısına gerçekten kökten bir müdahalede bulunmak gerekmektedir. (Chu:2004)

Bu yeni paradigma en kısa açıklamayla mimarinin, iki parçanın bir araya getirilmesi olduğuna dayanmaktadır. Ancak bu modern dönemlerde Mies Van Der Rohe’un klasikleşmiş olan iki tuğlayı yanyana getirmesinden oldukça farklıdır. Hyperzoic söylemde söz konusu parçalar en azından kendi kendini üretmeye, düzenlemeye ve sentezleyerek yeni ilişkiler kurmaya ve topluluklar kümesine dönüştürmeye programlanmışlardır. Bu paradigmanın temellerinde Leibniz’in “Monad”²² kavramı yatar. Chu’ya (2004) göre “Monadoloji” teriminin kullanımı Genetik Mimarlığın

²¹ **Epigenetik (Epigenesis):** Biyolojide, DNA dizisindeki değişikliklerden kaynaklanmayan, ama aynı zamanda irsi olan, gen ifadesi değişikliklerini inceleyen bilim dalıdır. Diğerk bir deyişle, irsi (kalıtsal) olup genetik olmayan fenotipik varyasyonları incelemektedir. Bu değişiklikler hücreyi ya da organizmayı doğrudan etkilemekte ancak, DNA dizisinde hiçbir değişiklik gerçekleştirmektedir.

²² **Monad:** Ünlü Alman Filozofu Gottfried Wilhelm von Leibniz’in metafiziğinde basit, başka bir şeye indirgenemez ve yok edilemez birim; evrenin ve evrendeki bileşik şeylerin kendisinden meydana geldiği en küçük birlik, kendi içinde, maddi tözlerden farklı olarak, güçler içeren psişik etkinlik merkezi ya da etkin töz. (Cevizci, 2005). S. 1189

bazı önermelerinin uzantısı ve söz konusu önermelerin yeni dünyalar yaratma teorisine dönüştürülmesi olduğu gerçeğine dayanmaktadır. Bu önermeler özellikle atomlar arasındaki ilişkilerin niteliklerini ve özelliklerini belirleyen, teogonisine rağmen, Gottfried W. Leibniz'in Monadolojisi'nde yer alan önermelerdir. *Monadoloji* soyut bir bakış açısını temel alarak, dünyanın yapısına ilişkin genellemeler üreten bir *ilkeler sistemi* yaratmaya yönelik en eski teşebbüslerden biridir. *Monadoloji* bilim ve hesaplama felsefesinin olmazsa olmazları olarak nitelenen kavramsal özellikleri içinde barındırır.



Şekil 3.3 : Karl Chu, X Kavya, Phylox Serisi (Chu, 2000).

Monadoloji metafiziksel bir bilimsel incelemedir; Leibniz her atomu metafiziksel bir nokta, kendisine manevî bir içerik bahşedilmiş olan atomik varlığa ilişkin indirgenemeyen bir olgu olarak ele alır. Leibniz'in söylediklerinin aksine ve atomların nihaî yaratıcısı olan Tanrı'ya atıfta bulunulmadan, monadolojinin hesaplama bilimine dayalı teorisi her atomu en aza indirdiğinde bir BIT (bilgisayar biliminde kullanılan en küçük veri boyutu birimi) bilgi, daha geniş anlamda da kendi kendini üretebilen bir sistemin en küçük parçası olarak tanımlar.

Genetik mimarînin monadolojisinin geliştiği sistem, işte bu her bir atomun kendi kendini yenileyebilen bir sistemin en küçük parçası olduğu görüşüne dayanır. (Chu, 2003b)

Karl Chu'nun (2004) hiperzoik uzam teorisine göre, genotip²³, fenotip ve çevre arasındaki oyunu belirleyip yöneten fizik yasalarının kendisi *evrimleşmekte* olup, çoklu manifestonun ve sanal genetik algoritma ayarlanma/modülasyon ifadesinin yoğunlaştırılmış biçimleridir. Chu, Hiperzoik Dönemin başladığını söylemektedir. Bu dönemde sermaye olarak bilgi ve bilgi olarak sermaye, yapay yaşamın çok katmanlı türlerine yoğunlaşıp dönüşmektedir.

“Genetik uzam, makinik filumun zaman içerisinde oluşturduğu ve yatıştırdığı olası dünyaların alanıdır. Burası, genetik algoritmaların genetik uzamın dışına taşması/dökülmesi kapasitesi ile örtülü aşırı kritik infilâkı ve gerçekliğin basıncının azaltılmasından dolayı etrafa yayılan emisyon bölgesidir. Burası, pasif bir havuz değildir, dinamik özelliklerle ve epi-genetik manzaraların davranışlarıyla dolu, aktif bir evrimsel uzamdır.” (Chu, 1995)

Şimdiye kadar deneylerin çoğu bu sistemlerde var olan kimlik ve kişisel ifadenin benimsenmesinde indirgeyici ve gerçekçi çeşitli algoritmik sistemler kullanılarak yapılırken, Chu'ya (2003a) göre genetik mimarinin iki amacı vardır: karmaşık toplulukların veya olası dünyaların (ortaya konulan teoride *bölümsel dünyalar* olarak geçiyor) simbiyogenesise dayalı olarak birlikte evrimleşerek oluşturulması ve kimliksiz özdeş yapıdaki diğer süblimin gözler önüne serilmesi. İlk amaç, yeni dünyaların oluşturulmasında kullanılan genel teorinin gelişimiyle veya simbiyogenesise dayalı tutarsız çeşitliliğin ortaya çıkarılmasıyla ilgilidir. Bu da bir simbiyoz içerisindeki özerk birimler kullanılarak olası dünyaların yaratılması anlamına gelmektedir. İkinci amaç da çeşitliliklerin tükenmeye direnen tek bir vücutta toplanmasıdır.

²³ **Genotip:** Soyuyapı ya da Kalıtyapı da denilen genotip organizmanın genetik yapısına verilen addır. Bir hücrede birden fazla gen DNA vardır. Aynı DNA üzerindeki genlere bağlı genler, ayrı DNA'lar üzerindeki genlere ise bağımsız genler denir. Genler, enzim ve protein sentezini yöneterek, bireyin dışyapısını (fenotipini) ortaya çıkartırlar. Baskın (dominant) genler, bireyin fenotipinde kendi varlığını her zaman gösterirken çekinik (resesif) genler, bireyin fenotipinde kendi varlığını sadece homozigotken gösterirler.

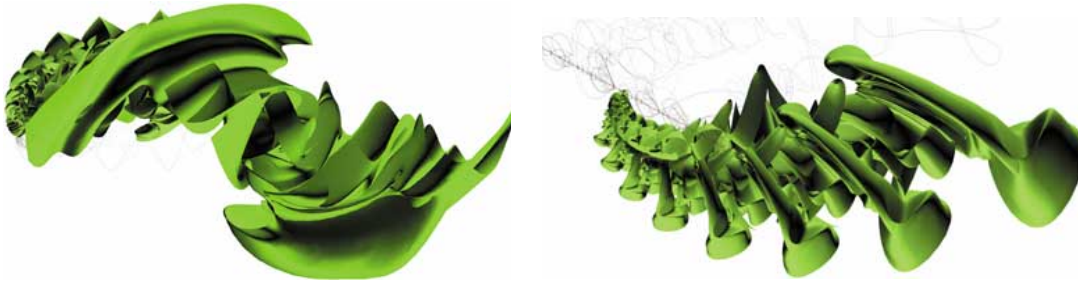


Şekil 3.4 : Karl Chu, Phylogon-1 (Chu, 1998).

Hyperzoic paradigmanın temel bileşenleri açıklandıktan sonra kullanılacak metod üzerinde durmak gerekmektedir. İçerik olarak parçaların birleşimi söz konusu ise yöntemsel olarak bu birleşimin hangi araçlarla yapılabileceği tartışılmalıdır. Nitekim Chu (2004) bu konuda metodun bilgisayar ortamında kullanılan algoritmalar olduğundan bahseder. Leibniz’in teknik kaynaklardan ve olanaklardan yoksun olduğu dönemde kavramsallaştırdığı monad teriminin matematiksel alt yapısını kuramadığını bunun ancak 20. Yüzyılda Gregory Chaitin tarafından üretilen Algoritmik Bilgi Teorisi’ hesaplama biliminin gelişimine çok büyük bir katkı sağladığını ve hızlandırıldığını söyler.

Genetik kavramının içeriği genetik kodda gizli olan bazı kurallara dayanan kalıtsal birimlerin kopyalanarak çoğaltılması mantığına dayanmaktadır. Mekanizma içinde gömülü olan bu birimlerin üretime dayalı bir fonksiyonu vardır: özyinelemenin özgönderimsel mantığının oluşturulması. Özyineleme aynı kuralı arka arkaya uygulayarak tekrar tekrar kendini veya kendinden bir önceki aşamayı oluşturan, böylelikle bir dizinin veya bir dönüşüm dizisinin özgönderimsel yayılımını üretmeye yarar. İçsel bir ilke içerisinde kodlanmış olan bu mantık, hesaplama biliminin temelinde yatan üretkenin anatomisini oluşturur. O yüzden, genetik mimarînin ne biyolojinin bir ifadesi ne de biyomimesisin bir türü olduğu vurgulanmalıdır. Bunun yerine genetik mimarînin kuramsal kökenleri, genetik mimari söz konusu olduğunda, John von Neumann’ın icat ettiği hücresel otomaton ve “von Neuman mimarîsi” olarak adlandırılan kendi kendini kopyalayan sistemlere uzanmaktadır. Modern

hesaplama sistemlerinin gelişmesinin ilk günlerinden beri, kendi kendini kopyalama fikri John von Neumann tarafından ortaya atılmıştır. (Martin, 2000) O zamana kadar üretilen ilk elektronik bilgisayar olan ENIAC'ın ortaya çıkmasında etken olan tartışmalara katılmasına rağmen, von Neumann en sonunda “Von Neumann mimarîsi” olarak bilinen kavramı ortaya çıkarmıştır. Bu mimarî, kayıtlı hafıza programı ile modern hesaplama sistemlerinin ilk örneğidir. “Von Neumann mimarîsi” kendi kendini üretebilen makine fikrini ortaya çıkarmayı başarmıştır. Bu makine kendinin kopyalarını üreten ve inşa eden bir robottur. (William, 1985)

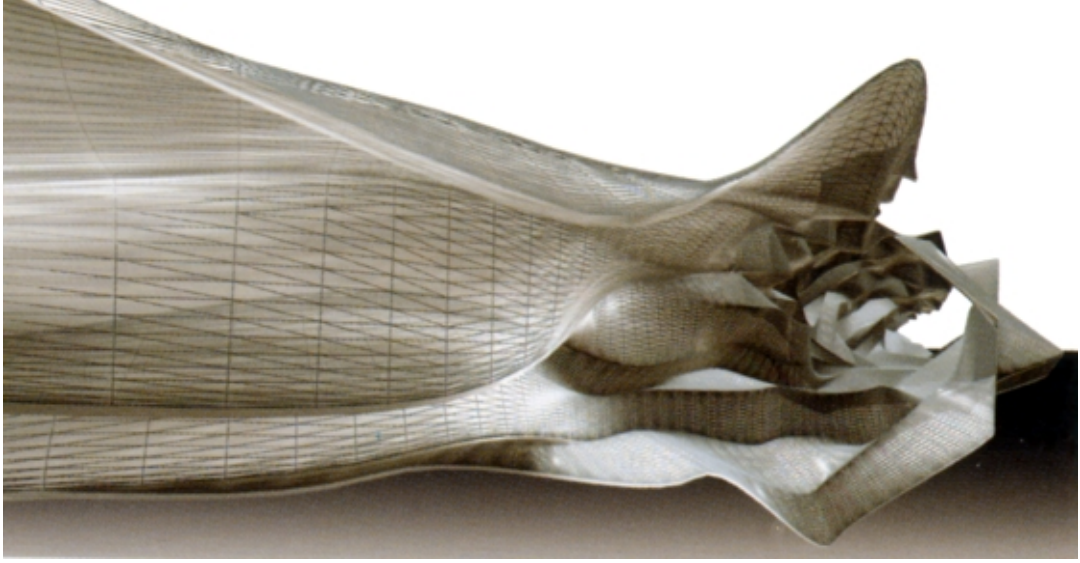


Şekil 3.5 : Karl Chu, X Kavya, Phylogon 2 ve 3 (Chu, 1998).

Biyolojinin temelinde yatan bu kavramda kendini kopyalama, bir sistemin kendi tam tanımını içinde barındırma hem de yeni kopyalar üretmek için gerekli bu bilgiyi kullanma becerisidir. Kendini kopyalayan bir sistem için “von Neumann Mimarîsi” iki ana unsurdan oluşmaktadır: ‘Evrensel bir Bilgisayar’ ve ‘Evrensel bir Kurucu’. Bu ‘Evrensel Bilgisayar’, ‘Evrensel Kurucu’nun hareketlerini yönlendiren bir program içerir, bu program da daha sonra başka bir ‘Evrensel Bilgisayar’ ve ‘Evrensel Kurucu’ oluşturmak için kullanılır. Söz konusu oluşum tamamlandıktan sonra, yeni oluşturulan ‘Evrensel Bilgisayar’ asıl ‘Evrensel Bilgisayar’da bulunan programın kopyalanmasıyla programlanır ve program işletimi daha sonra yeniden başlar. İşte bu yüzden, Chu (2004) von Neumann Mimarîsini genetik bir sistemin yapılandırılması için öncü görmektedir.

Wolfram’ın (2002) kullandığı hücresel otomaton kavramı belki de üretken sistemlerin katışıksız halini açığa çıkarmak için yararlanılabilecek en açık, en saf ve en etikili kavramdır: tek boyutlu hücresel otomaton deneylerinden yola çıkarak, Wolfram basit kuralların karmaşık sonuçlar doğurabileceği ve fiziksel evrenin de böyle bir sonuç olduğu görüşünü ortaya koymuştur: içerisinde hiçbir rastlantıya yer olmayan bir sistem. Wolfram’a göre, doğada karşılabileceğiniz herhangi bir

rastlantısal olgu sadece sözde bir rastlantıdan ibarettir.²⁴ Başka bir deyişle, bu durum Yeter Sebep İlkesi'nin hücrel otomaton aracılığıyla ortaya çıkan en açık örneğidir. Wolfram'a (2002) göre, bir dizi kuralın arkasında bulunan yeterli sebep sayısal verilere indirgenemeyeceği için önceden verilemez: hiçbir şekilde matematiksel formüllere dayalı olarak, geleneksel yöntemler kullanılarak sayısal bir sürecin sonucu önceden tahmin edilemez. Sonun bulmanın tek yolu, sistemin işlemesine izin vererek sonuçların neler olacağını görmek için beklemektir.



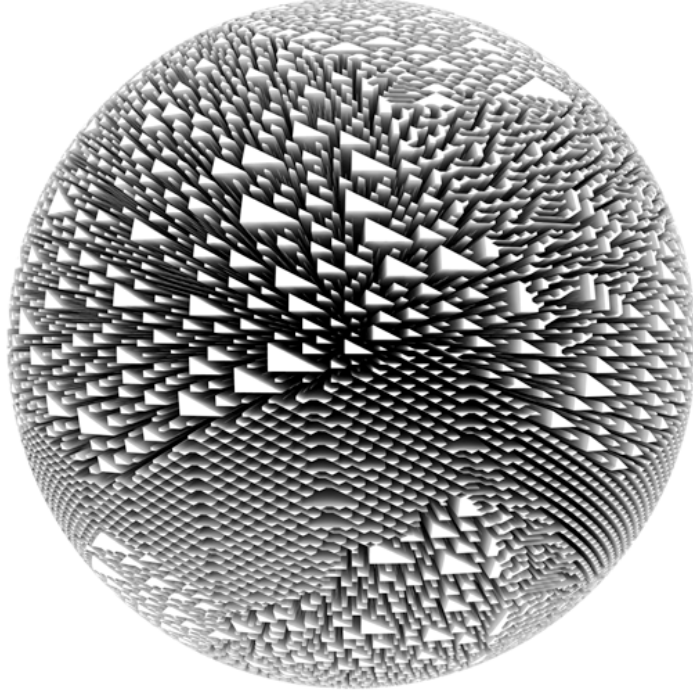
Şekil 3.6 : Karl Chu, X Kavya, Phylox Serisi-4 (Chu, 2000).

Chaitin (1998) insanları harekete geçiren şu açıklamayı yapar: matematiksel evren özünde rastlantılara dayanmaktadır ve son derece karmaşıktır. Hiçbir sebep olmaksızın doğru olan matematiksel doğrular vardır. Bunlar rastlantısal olarak doğrudurlar. Bu yüzden, Chaitin'e (2007) göre Hilbert'in öne sürdüğü gibi tüm matematiksel evreni mükemmel bir kodla özetlemek imkansızdır.

Church-Turing hipotezine bir diğer önemli hipotezdir. Bu hipotez, kuantum hesaplama bilimi üzerine çalışan bir fizikçi olan David Deutsch'a (1997) göre, '*algoritma*' ya da '*hesaplama biliminin*' sezgisel matematiksel ifadesinin tüm olası biçimlendirmelerin birbirine eşdeğer olduğu yarı matematiksel bir tahmindir." Deutsch (1997) bunun yanısıra yukarıdaki yorumu *Turing İlkesi* olarak adlandırarak yeniden yorumlar. Bu ilkeye göre, "Fiziksel açıdan varlığı mümkün olan herhangi bir

²⁴ Wolfram hesaplama biliminin eninde sonunda Calculus olmadan da ayakta durabileceği ve her şeye karşın hesap bilimsel süreçlerin, özellikle de hücrel otomatonun, diferansiyel denklemlere dayanmak zorunda olmadan, doğada var olan herhangi bir şeyi taklit edebileceğini öne sürer.

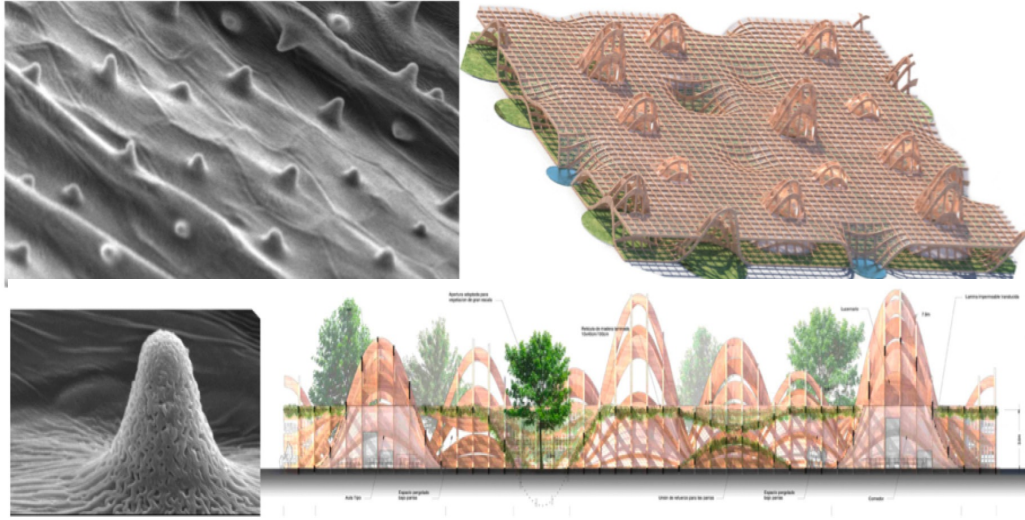
nesnenin gerçekleştirebileceği herhangi bir hesaplamayı yapabilen soyut evrensel bir bilgisayar vardır.” Turing İlkesi fizik kanunları tarafından oluşturulan evren ile hesaplama biliminin kanunları tarafından oluşturulan evren arasında bir denklik oluşturmaktadır. Başka bir ifadeyle, evren hesaplamaya dayalı bir monad yani taneciktir. Genetik mimarînin ürünleri için de aynı şey söz konusudur.



Şekil 3.7 : Karl Chu, Planetary Automata (Chu, 2004).

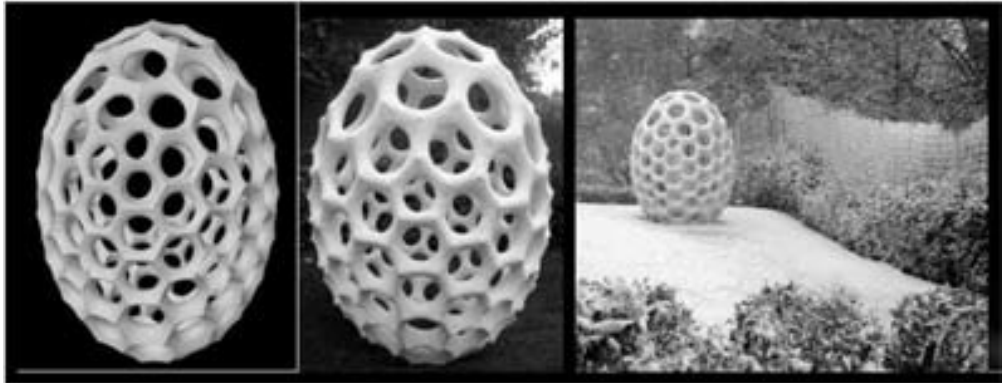
3.1.2. “Yeni Dijital-Ekolojik Mimarlık”

“Yeni Dijital-Ekolojik Mimarlık” terimi Estevez’ in (2003) genetik mimarlığın zamanla kendi içinde farklı anlamları barındırma durumundan bahsederken kullandığı tanımlardan biridir. Genetik mimarlıkla ilgili olan bu tanımlamaları ayırtırmak gerekmektedir. Bu tanımlar incelendiğinde aslında geçmiş, şimdi ve gelecekteki genetik mimarlığın yöntemleri farklılık gösterdikçe içerikleriyle birlikte farklı bir isim almaktadır. Bu çoklu tanımlar içerisinde “Genetik Mimarlık” kavramının öne çıkması tez kapsamında kabul edilen araştırma alanına denk düşmesinden dolayıdır. Ayrıca bu kavramlarda içeriğin aynı kalmasıyla birlikte yöntemsel değişimlerin onu nasıl etkilediği, kavramın tanımına yeni bir açılım getirdiği vurgulanmaktadır. Genetik mimarlık kavramlarının bu çoklu tanımlarında yöntem önerisinin dolayısıyla sürecin önemi bir kez daha vurgulanmıştır.



Şekil 3.8 : Biostructure, oyun parkı projesi, 2009 (Estevez, 2012).

Ekolojik Çevreci Tasarım mecazi olarak kullanılmaktadır. Eğer buradaki biçim üretebilen yazılımların yerine doğrudan DNA’nın kendisi kullanılmaya başlarsa bu gerçek anlamdaki genetik mimarlık olacaktır. Estevez’e (2003) göre bu gerçekleştiğinde bunun adı “Sibernetik Dijital Tasarım” olabilir. Ya da başka bir açıdan bakıldığında dijital organizmi benimseyen mimarlar DNA’nın kendi kodlarını kullanırsa bu “Siber Eko-Füzyon Tasarım” olabilecektir. İkisi arasındaki fark birinde malzeme diğerinde yazılım kullanılıyor olmasıdır.

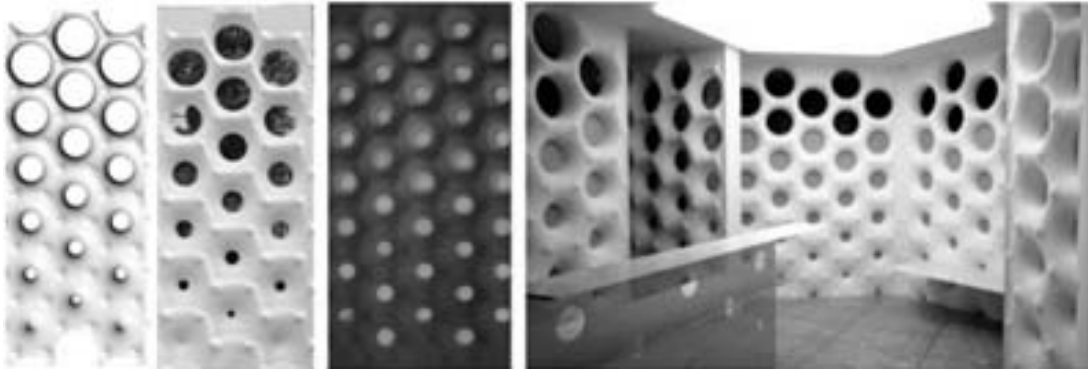


Şekil 3.9 : ESARQ (UIC), Yüksek Lisans öğrenci çalışmaları (Estevez, 2012).

Yapay yazılım bilgisayarların ürettikleri yazılımdır. Doğal yazılım ise DNA’nın kodlarının kullanıldığı yazılımdır. Estevez burada daha çok Dennis Dollens’in ürettiği mimariden örnek verir. Dollens bitkilerin DNA verilerini bilgi olarak kullanır, değiştirir ve işler. Bu durum bu diğer canlıların DNA’sı kullanılarak da yapılabilir.

Estevez'in (2005) burda açıklamaya çalıştığı, günümüz koşullarında gerçek canlı elemanlarla çalışmanın zorluğundan dolayı teknolojinin tüm olanaklarından faydalanan gerçek genetik mimarlığın alt yapısını hazırlayan çalışmaların olduğu alan “Yeni Ekoloji-Çevreci Mimarlık” alanıdır. Genetik mimari, biomorfik mimari ve de dijital organizm adları altında çeşitlenen mimarlık yaklaşımlarının, ufak tefek farklılıklar gösterse de birbirinden ayrı kavramlar olduğunu öne sürer. Bu kavramsal isim bulma bunalımından dolayı bu yaklaşımın sadece genetik mimarlık olarak kavramsallaşamayacağını, bu çoklu kavram ortamına uygun olarak genetik mimarlık ‘lar’ demenin daha uygun düştüğünü daha en başta kabul eder.

Ekolojik-çevreci tasarım molekül içi yapısına dokunmadan genetik mimaride kullanılanlar gibi canlı malzemeler kullanırsa, yeni sibernetik-dijital tasarım tekniğinde de genetik mimaride kullanılabenzer malzemeler kullanılır. Geriye yapılması gereken tek bir şey kalır, o da dijital organizmin birleri ve sıfırlarıyla DNA’nın yeniden yapılandırılmasında kullanılan dizilerdeki birler ve sıfırların birbirine bağlanmasıdır. Böylece bu yapıların canlı binalar gibi büyümeleri sağlanabilir. Bu gerçekleşseydi, gerçek *siber-eko füzyon tasarım* olurdu. (Estevez, 2005)



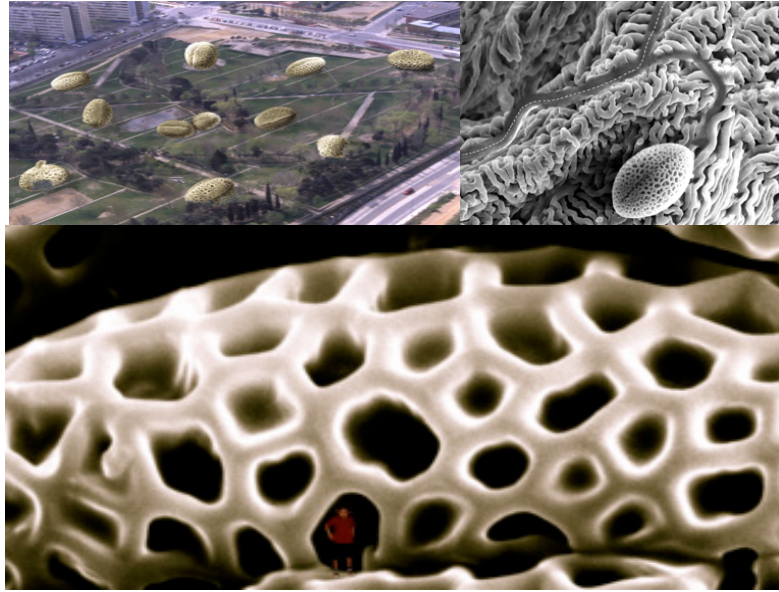
Şekil 3.10 : Barcelona Medical Center, 2009 (Estevez, 2012).

Genetik mimarlık sadece süreç ve metafor olarak değerlendirilmemiş, tasarım olanaklarında, üretim süreçlerinde, yapılarda ve bunların sonucu olarak biçimlerde meydana gelen değişiklik göz önünde bulundurulmuştur

Dijital mimarideki gelişmelerin yadırgandığı bir dönemin ardından “genetik” sözcüğünün bu olumsuz etkileşimden payına düşen, zaman zaman duyulan coşkudan dolayı özensiz ve doğru olmayan bir biçimde mimari bağlamda kullanılması

olmuştur. Estevez, genetik mimarlık özelinde mimaride yeni olan bir durumun mimarinin içine sızma sürecini eleştirel bir dille şu şekilde anlatır.

...mimari ve genetik terimlerini bir araya gelmesi farklı bir etkiye neden olmuştur. Bu iki terimin bir araya gelmesiyle oluşan yeni terimin kullanımı benimsenir, buna ek olarak bazı eğitimcilerin üstün nitelikli, artan etkileri ve eleştirel miraslarının gücü kanıtlanmış olur. Öncelikle, kendi içlerinde bütünleşmeleri kurumsallaşmalarıyla birlikte onlara kesinlik kazandırır ve bu durum her zaman orada olduğunu bildiğiniz bir aynaya bakmak gibidir. Daha sonra, bu konu hakkında bir şeyler duymuş olan diğer modern mimarlar arasında konunun dışında kalmadan keşfin büyümesine kapılarak bu olguyu paylaşmaya gelirler. Ve son olarak, bu tutku geriye kalan mimarlara da bulaşır. Bu yolla, 2000 yılından önceki dönemde “genetik” sözcüğünü kullanmamış olan bazı mimarlar, son beş yılda bu kavrama çalışmalarında yer vermeye başlamışlardır. Onlar bu kavramın niteleyici bir bağlamda kullanılabileceğini doğrulayarak meziyetlerini öyle arttırmışlardır ki, modern mimari doğrudan genetikle ilgili hale gelmiştir ve üçüncü milenyumun başlarında genetik çağına başlayacak olması şimdiden tahmin edilmektedir. (Estevez, 2003)

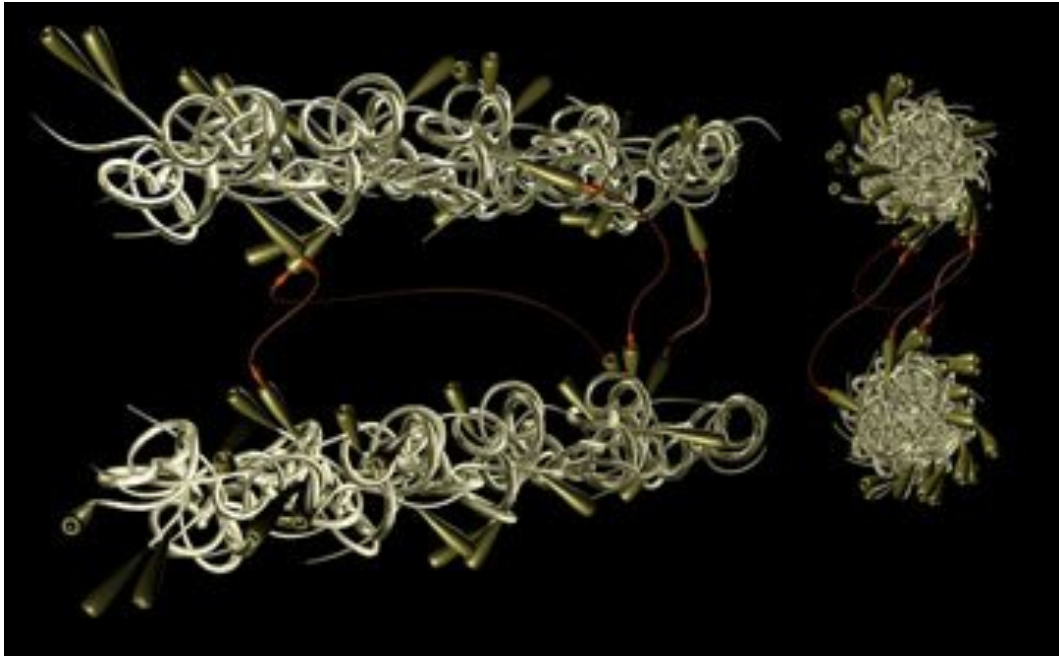


Şekil 3.11 : Sporopollenin Houses, Genetik Mimarlık Ofisi, 2009-10, (Estevez, 2012)

3.1.3. “Dijital Botanik”

Bu kavramın ilk ortaya atan Mimar Dennis Dollens’dir. Santa Fe Araştırma Enstitüsünde botanik mimarlık üzerine çalışmalarına devam etmektedir. Ayrıca kurulduğundan beri Katalonya Üniversitesi’deki Genetik Mimarlık Yüksek Lisans programında araştırma konularıyla ilgili bir mimarlık atölyesini de yürütmektedir. Mimarlığın genetikle buluşmasını Botanik Bilimindeki bilgisayar teknolojilerini

takip ederek mimarlığa aktarmasıyla sağlamaya çalışmaktadır. Bu kavrama Estevez'in katagorize ettiği Yeni Ekoloji-Çevreci Mimarlık kavramının alt birimi olmaktan çıkaran ve ayrı bir başlık altında incelenmesi gerektiğini düşündüren yöntemsel olarak ortaya koyduğu farklılıktır. Dollens botanik bilimcilerin dijital ortamda, labaratuvar araştırmaları yapmak için kullandıkları bir yazılımı (Xfrog) mimariye uyarlamıştır. Burada tersinden işleyen bir süreç mevcuttur. Çünkü program mimarlara özgü, onların biçim üretebilmeleri için yaratılmamıştır. Botanik bilimcilerin labaratuvar ortamında bir bitkinin gelişimini izleyebilmesi ve çeşitli deneyler yapabilmesi için geliştirilmiştir.

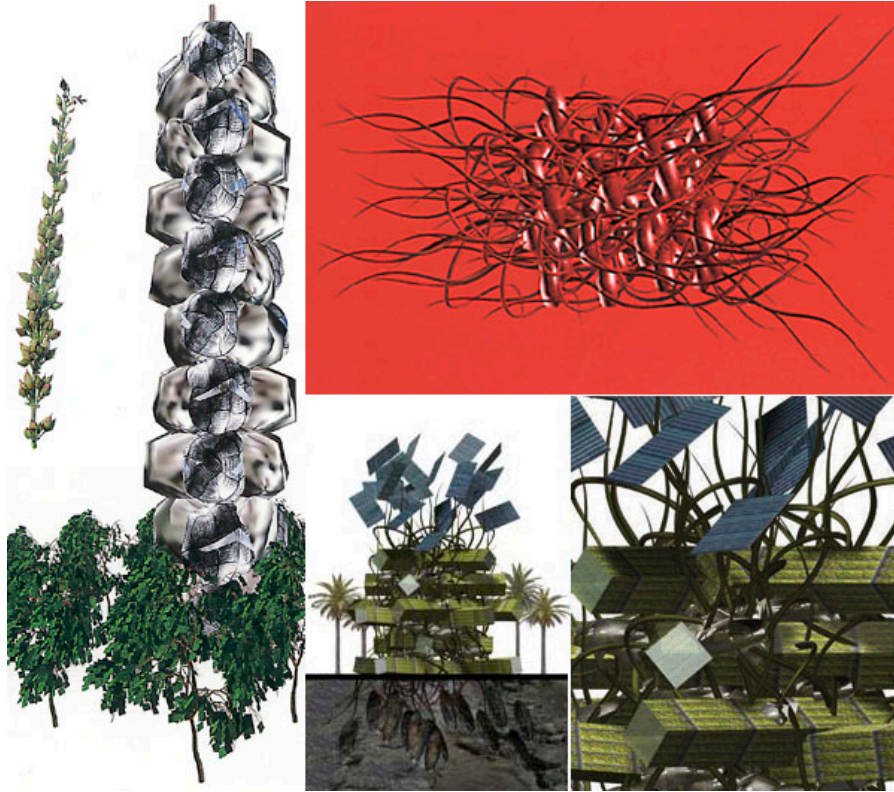


Şekil 3.12 : Dennis Dollens, Exodesic, (Dollens, 2005)

Bu çalışma ayrıca mimarın farklı disiplinlerle ortak çalışmanın nasıl yapılabileceği konusundada öncülük eder. Benzer şekilde biyologların dijital ortamda simüle ettikleri bakterilerin veya virüsler üzerinde çalıştıkları yazılımlarda kullanılabilir. Bu iki süreç devinimsel olarak birbirini beslemektedir. Hesapbilimciler yazılımı daha hassas hale getirmeye çalışırken, laborantlar bu yazılımlarla çalışarak yeni bilgilere ulaşmaktadırlar. Bu yeni bilgiler tekrar yazılım ortamında geliştirilerek yazılımın daha üst modelleri elde edilir. Bununla laborantlar tekrar yeni bilgiye ulaşır. Bu dönüşümsel süreç her defasında yazılımın gerçeğe en yakın hale gelmesini sağlar.

Tasarım bakımından en az arzulanan ürünler, geleneksel maddelerin, yöntemlerini ve tavırlarını kullanarak, doğaya benzetilmeye çalışılan ürünlerdir. Yalnızca geleneksel

bir yapıyı daha doğal bir biçime benzetmekten öteye geçemeyen böyle bir yaklaşım, bariz bir biçimde biyomimetikğin ardındaki ruhu çığır. Bu ruh, doğadan bir şeyler öğrenmek için doğaya bakmaktır. Yüzeysel biyomimetikğin etrafındaki potansiyel bir yol, bilim insanlarını ve tasarımcıları, yeni bir tür ortaklık için bir araya getiren tasarım takımlarının organizasyonundan geçer. Bu takımlar, araştırma, geliştirme ve tasarım için ortaklık yapar ve takımdaki tasarımcıları, biyolojik özellikleriyle birlikte yeni maddelerin gerçekleştirilebilmesi için, madde bilimci bilim insanlarıyla buluşturur.

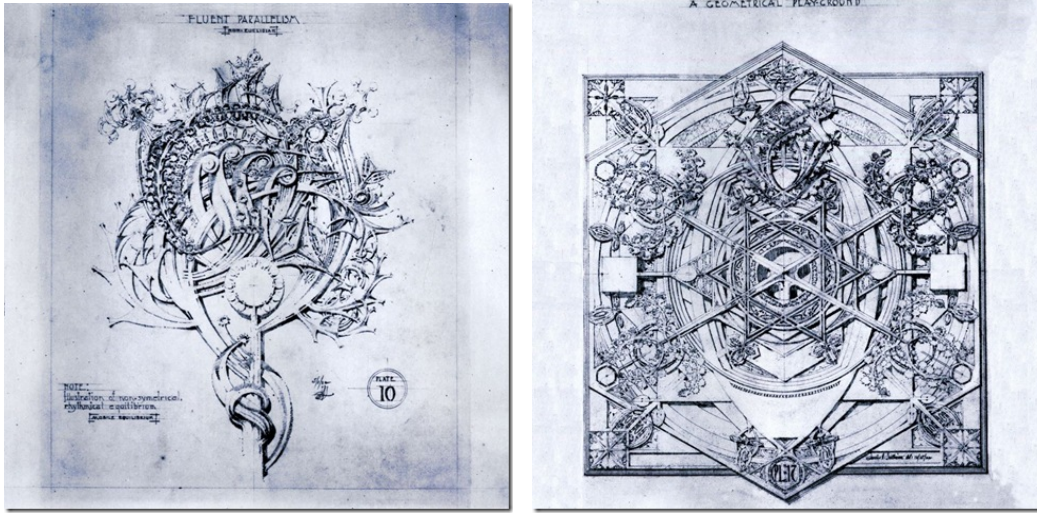


Şekil 3.13 : Dennis Dollens, Arizona Tower-1, (Dollens, 2005)

Dollens'e (2005) göre biyomimetik gibi bir tasarım için teklif edilen yöntem bilimiyle, üslûpçu aşamanın ötesine geçebilmek için, tasarım evrimine dair bir perspektife sahip olmak gereklidir. Çünkü tasarım, doğal tarihin bir parçasıdır. Tasarım tarihi, (mimarlığa, mühendisliğe, endüstriye ve sanata dair) nesnelerde vücut bulan düşünceler kadar, yazıda biriktirilmiş düşünceler de içerir. Metinler ve nesnesi olmayan düşünceler zaman içinde evrimleşen düşüncelerin devamlılığını teşvik etmeye yardımcı olur. Düşüncelerin doğal tarihinin biyomimetikğe dâhil edilmesi, bize önceki tasarım deneyimleriyle ilgili bilgi verir. Bu deneyimler sayesinde, doğadan öğrenilenlerin, eski stillerle ve eski bakış açılarıyla yer değiştirmesi için

yeni bir temel edinilir. Ancak bununla birlikte, tehlikesiz üretim ve %100 geri dönüşüm biçimi sağlayarak doğaya cevap verilebilir. Bu süreç, tasarımcının rolünü merkezde tutarken, aynı zamanda, tasarımın yeni teknolojiler, fizik, çevrebilim ve biyolojik çalışmalarla daha derin bir melezlenme yaşamasına izin vermektedir.

“Tasarım Metafizigi” Louis Sullivan’ın 1924’te yazdığı *A System of Architectural Ornament (Mimari Süsleme Sistemi)* kitabında geçmektedir; Sullivan bu kitabında metafizik, tasarım ve kuram üzerine odaklanmıştır (Şekil 3.14)

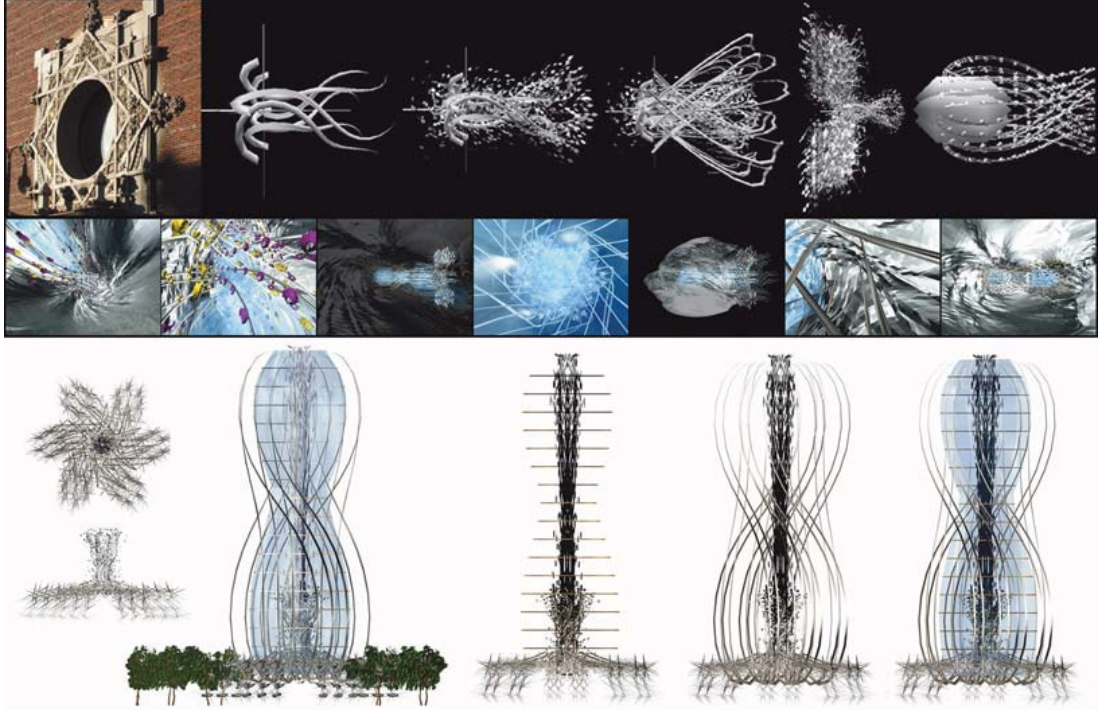


Şekil 3.14 : Louis Sullivan, mimari süsleme sistemi-1, (Sullivan, 1967)

Sullivan, (1967) bu eserinde, artan karmaşıklık ve artan tabakalar sistemi aracılığıyla, mimarlık için doğanın poetikasını ifade eden, geometriden organik dallanmaya bir dizi tasarımın nasıl geliştirileceğini tartışmaktadır. Sullivan, bir yapının tasarımını bitki morfolojisiyle ilişkilendirmiştir ve eğer onun tasarım dizgesi konusunda öne sürdükleri analog *sistemi*’nin biyomimetik görüşle bazı paralelliklere sahip olduğu kesinleşirse ve bu paralellerin dijital uygulamalarının da olabileceği düşünülebilir.

Louis Sullivan, (1967) bir süre önce, büyümeye benzeyen (*growth-like*) mimari süsleme fikrini tartışmıştır. Geometrik biçimleri, kutuları, çemberleri, düz çizgileri alarak, basit çizim düzenlemeleriyle, daha sonraki çizimler için geometrik temel yaratmak için bunları kullanmıştır. Sullivan’ın bu düşüncesini Dollens, (2001) temel bir gelişme geometrisi olarak düşünmüştür. Daha sonra, geometrilerini daha da geliştirmek için, (X-frog’un geliştirme potansiyellerinin bazılarıyla ilişkileri olan) bitki geliştirme fikrini kullanmıştır. Geliştirme, içe dönük gelişme (*intergrowth*) ve aşırı büyüme (*overgrowth*); tasarım düşüncesi için bir şablon olarak hizmet

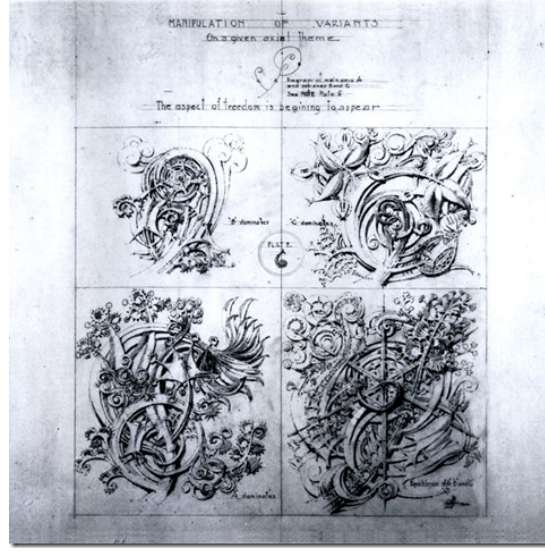
edebileceğini görmüştür. Dijital üretimde bilişimsel geliştirme tabakalarını kullanarak, Xfrog’la veya L-Sistemleriyle özdeşleştirmiştir, Sullivan doğayı, mimarlık, medeniyet yapıları, şiir ve felsefe için mercek olarak görmüştür.



Şekil 3.15 : Sullivan’ın süslemelerinin dijital botanik yorumu, (Dollens, 2005)

Dollens (2005) Sullivan’ın bu çalışmalarını ve yazdıklarını, yeni gelişmekte olan biyomimetik ve bilişimle ilişkili olarak, ciddi, dikkatli ve retroaktif yeniden yorumlamayı hak ettiği sonucuna varmıştır. Dollens (2005) Sullivan’ın çalışmasının, tarih ve düşünce açısından örnek teşkil ettiğini öne sürmektedir. Gerçekten de Sullivan dijital çalışma için ilhamdan daha fazlasını sunmaktadır. Sullivan biyolojik hayatın, sivil sistemlerin ve estetik üretimin metafiziği açısından mimarlığı inceleyen bir şair ve filozof olarak düşünülebilir. Sullivan, “Mimari Süsleme Sistemi” (*A System of Architectural Ornament*) adlı kitabında, botanik biçimlerin mimari ve toplumsal kavramları nasıl ifade edebileceği üzerine olan düşünceleri geliştirmek, biçim ve yapıyı evrimleştirmek için bir yöntem oluşturmuştur. Çalışmaları, bir fikrin ötekinin üzerine geldiği geniş kaplamalardan oluşur. Bu düşünceler; her biri, içerisinde işlemleri için izole edilmiş tasarım süreci koşullarına yanıt veren çizgiler, biçimler ve maddilerle gösterilir (Şekil 3.16). Dollens’in (2001) iddiası, dijital araçlarla Sullivan’ın *Sistem*’ini takip ederek, karışık biçimler ve bu biçimlerin sonrasında dallar, asmalar ve yapraklar geliştirmek üzere, düşüncelerimizi armatüre

dönüştürmektir. Bu dönüşüm, çevrenin yeni yapının bir parçası olarak yeniden kavramsallaştırılması ile gerçekleşir. Bunun karşılığında, yeni yapıyı (yapı ve deri) tasarım düşüncelerinin potansiyel biçimlere veya maddi nesnelere dönüşmesini göstermeye başlar. Louis Sullivan, konsept olarak, gökdelenin gelişimini ilerletmiştir. Organik çerçevenin, maddi derinin, süslemenin ve toplumsal kullanımın modern mimarlık ifadesini tanımladığı bir uzun yapı kuramı öne sürmüştür. Biyoloji de bu tanımdaki önemli metaforlardan biridir.



Şekil 3.16 : Louis Sullivan, mimari süsleme sistemi-2, (Sullivan, 1967)

Mimarlığının süslemeyi, deseni ve botanik betimlemeyi geri getirdiği bir dönemde, Sullivan'ın yazıları ve kuramı, dijital jenerasyon ve üretimle birlikte, gelişim konsepti ve entegre olmuş organik sistemlerinin onları yarattığı zamana nispeten günümüzde çok daha mantıklı olduğunu göstermektedir.

Dollens, (2006) Sullivan'ın düşüncelerinin doğanın bir ifadesi olarak incelenmesi gerektiğine inanmaktadır. (Dollens, 2006) Sullivan bugün hala geçerli olan kullanışlı, poetik ve güçlü bir morfolojik dilin oluşmasını sağlamıştır. Sullivan'ın morfolojik dili ve güzel çizimi, metaforik olarak, sonraki çalışmaların tohumlarını ekmıştır.

Dollens (2006) biçimler ve doğadaki süreçler üzerinde çalışarak, tasarım ve dijital üretim biyomimetizminin, mimarlığı tasarlamak, görselleştirmek, oluşturmak ve modellemek için kullanılan prosedürlerle nasıl entegre olabileceğini ve bu sürecin ne ölçüde geliştirilebileceğini açıklar. Tasarımın yeni mimarlık biçimlerine ekstrapolasyonuna uygun biyomimetik bilgi edinmek için çekirdeklere, bitkilere,

Biyomimetik, biyokimya, biyoloji, farmakoloji alanlarında ve madde bilimciler tarafından kullanılan teknik bir terimdir. Madde bilimciler; gözlemler ve bilimsel araştırmayla değerlendirilebilen canlı organizmalarda ve doğal sistemlerde bulunan özellikleri araştırırken, bu özellikleri endüstriyel, tıbbî ve biyolojik ürünlerde yeniden yaratabilmek için biyomimetik terimini kullanırlar. (Benyus, 2002)

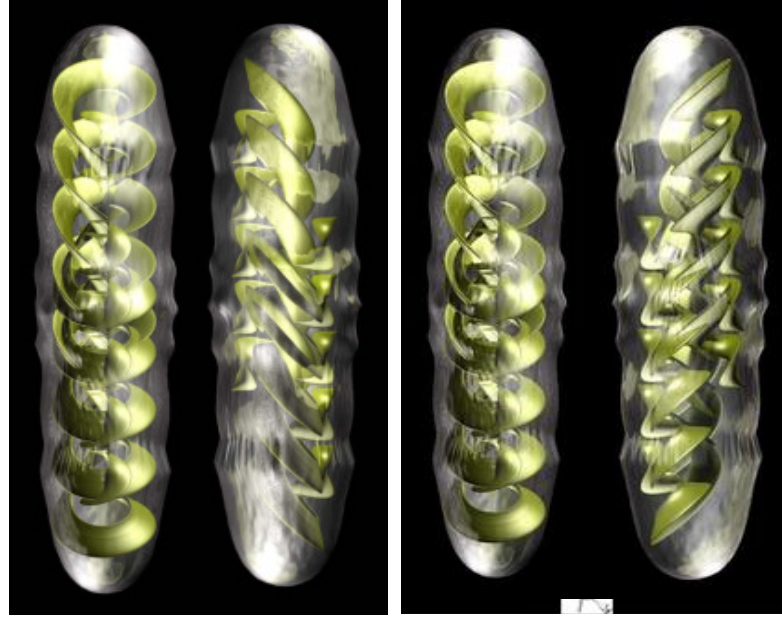
Biyomimetik yeni bir kavram değildir. Ancak, biyoteknoloji, biyokimya, genetik ve madde bilimine göre yeni yeni güçlenen bir yaklaşımdır. Tasarım tarihinin bu döneminde deneyimlenen olgu, teknoloji ve bilimin araçlarını kullanarak doğanın yeniden incelenmesi için bir yaklaşım gündeme getirmiştir.

Dollens, (2006) tasarım ve mimarlık için, gözleme ve doğadan alınan biçimlerin değerlendirilmesine dayalı bir araştırma yöntemi önermektedir. Doğanın öğretmen rolünü takinmasına izin vererek, doğal süreçlerin görselleştirilmesini, değerli bir bileşen olarak görmektedir ve doğayı, potansiyel olarak geleneksel biyolojik disiplinlerle eşdeğerde bir yere konumlandırmaktadır. Doğadan alınan herhangi bir nesnenin tasarım özelliklerinden dolayı bir kaynak olarak kullanılabileceğini düşünmektedir. Daha sonra da, bu gözlemleri alıp çizerek, taratarak veya bir mikroskop altında bölümleyerek onları, tasarım çalışmasına ve düşüncesine uygulanabilirliği olan farklı elementler olarak algılayabileceğimizi vurgular ve şu açıklamayı yapar:

Ancak, bu toplanmış veri, işbirliği yapan bilimin gözlerinden bakıldığında muazzam derecede çoğaltılmış olacaktır. Bu yüzden, tasarım ve mimarlık için, gözleme ve doğadan alınan biçimlerin değerlendirilmesine dayalı bir araştırma yöntemi tavsiye ediyorum. Aynı zamanda bilim ve tasarım arasında yapılacak bir işbirliğinin ne gibi potansiyellere sahip olduğunu yeniden tarif eden değerler dizisi değişimi için tasarımcıların ve bilim insanlarının eşit düzeyde bir takım oluşturduğu görsel bir tasarım biyomimetliği öneriyorum. (Dollens, 2006)

Dollens'in yaklaşımı, bildiğimiz şekliyle fakat daha enteresan yapıları yaratmak imkanını içeren bir tasarım fikri yöntemini meydana getirmektedir. Bu yöntem, çevre ve sürdürülebilir teknolojiler bakımından estetik, maddi ve mekanik olarak daha ileri olan yapıları tasarlamaya giden bir yol açar. Buna ek olarak, böyle bir yöntemin veya sistemin, tasarımcıları, bilim perspektifinden, yeni maddeler ve çevresel kaynaklar

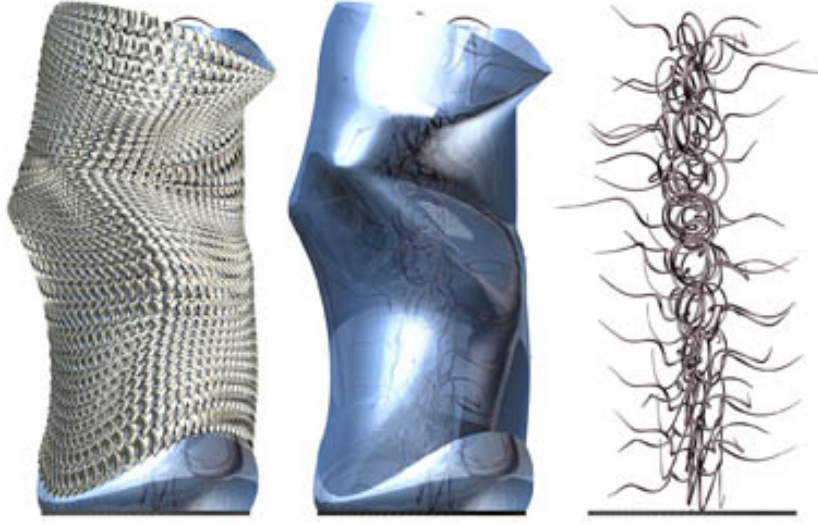
hakkında düşünmeye ve böyle bir verinin görselleştirmeye ve yaratıcı sürece nasıl etkilerde bulunabileceği hakkında düşünmeye teşvik etmesine yol açar. Bu yöntemi, doğaya bakarak, mevcut ve gelişen tasarım pratiğiyle veya deneysel tasarımla ortaklık içerisinde geliştirilebilir.



Şekil 3.19 : eTree Branch & Membranes (Dollens, 2005).

Yazılımı, dijital biyomimetik değerlendirmesi (ekstrapolasyonu) için bir araç olarak kullanılmaktadır. Bu programın Xfrog adıyla bilinmektedir ve genellikle botanik biliminde kullanılmaktadır. Bu yazılımın, bitki yetiştirmenin özü olan dijital 3D tasarımını kullanan botanik algoritmalara dayalı biçimler üretme yetisi vardır. Xfrog'un yetiştirme değerler dizisi, aynı zamanda, mimarlık geometrilerine uygulanan biyolojik algoritmalarından kaynaklanan yeni biçim türleri yetiştirmekte de kullanılabilir. Örneğin, bir bitkinin yapraklarının oryantasyonu ve aşama aşama ölçülmesi, çevrilebilir ve bu bilgi mimarlık kümelenmesi ve estetiğin bir araya gelmesi için kullanılabilir. Algoritmik jenerasyon, biçimlerin, yaprak ve çiçek ayarlamasında bulunan doğa yöntemlerinden bazılarını nasıl takip edebileceği üzerine de tahminler de bulunmaktadır. Yaprak ve çiçek ayarlamaları, ışığa ve manzaraya maruz kalmayı hesaplamak için veya yapıyı tasarımının bir parçası olarak doğal sıcaklık ve havalandırma açısından güneş, gölge ve hava akımı sistemleri yaratmak için faydalıdır. Bu yüzden, dallanmayı, yaprak oluşumunu, çiçek oryantasyonunu ve benzeri faktörleri belirleyen biyolojik gelişme, bir anlamda

elektronik olarak melezlenmiş yapılar ve(ya) mimarlık için botanik özellikleriyle birlikte dijital olarak yetiştirilmiş mekanik sistemler üretmektedir. (Dollens, 2006)



Şekil 3.20 : Xfrog prorgamında geliştirilmiş bir kule (Dollens, 2006).

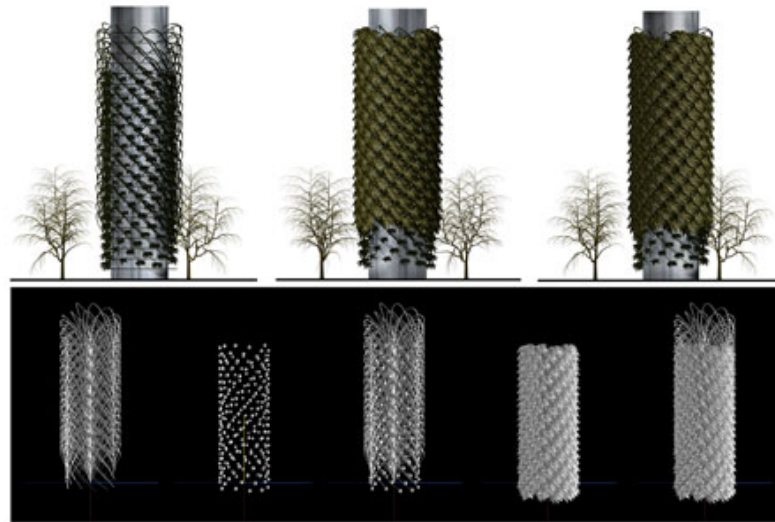
Dollens, (2006) Xfrog’u, iskelet çerçevelerini ve çok katlı yapılardaki kümeleme çalışmalarını oluşturmak için, devam eden bir süreçte kullanmıştır. Penstemon ve avize ağacı gibi, sapları uzunlamasına ve dikey büyüyen çiçeklere dayalı oryantasyonu ve bir araya gelmeyi anlayabilmek için, Xfrog’ta, devasa boyutlarda yapraklar ve çiçekler geliştirmiştir. Daha sonra bu dijital botanik maddeleri, temel çiçek düzenlemelerini koruyarak, çeşitli geometrilere çevirmiş: silindirler, küreler, biçimsiz küreler, prizmatik kristaller, dikdörtgenler ve küpler oluşturmuştur. Xfrog’dan gelen melezlenmiş bilgiyi kullanarak, bitkilerin biyomimetik özellikleri dijital modelde sürdürebilmiştir. Böylece, örneğin, çiçeklerin yukarıya doğru ve merkezi, yapısal bitki sapının etrafında spiral yaptığı biyolojik modellerden, dijital olarak, bir apartman veya otel için gereken biçimlerden oluşan bir armatür geliştirmiştir. Gözlemlenen çiçek yerleşmesinin Xfrog’un biyolojik filotaksi (bitki yapraklarının düzenlemesini inceleyen bilim dalı) simülasyonlarıyla birlikte kullanmış; tasarımın toplanmasının, yapısal çerçevenin ve biçimini yanıtlayabildiği yöntemlerden bazılarını göstermeye başlamıştır.

Bu süre, doğanın bir kopyası değildir. Bu, geliştirilen organizmaların kullandığı geometrik ilişkilerin bazılarını anlamak ve daha sonra bu nitelikleri yeni kullanımlar için değerlendirmek amacıyla, bir bitkinin niteliklerini araştırmak ve ölçmektir. Bu deneylerin arkasında yatan düşünce, bir tasarım projesini alarak, çevresel olarak mantıklı bir potansiyel

bularak ve daha sonra tasarım geliştirmede bu potansiyelleri inceleyerek, ilk başta doğal biçimlere ve organizmalara bakan biyomimetik sürece maruz bırakmaktır. (Dollens: 2006)

Yeni gelişmekte olan bir tasarım uzmanlığı olarak, biyomimetikğin hâlâ keşfedeceği bir sürü alan vardır. Ve açıkça, biyomimetik yaklaşımları anlamanın ve araştırmanın çeşitli yolları vardır: görsel, yapısal, mekanik, kimyasal, moleküler. Bütün bu yollar, doğal dünyanın bir parçasıdır ve hepsi de birbirinden farklılaşan yönler sunarlar.

Çağdaş tasarım hala Sullivan’ın düşüncelerinin mahsulünü, onun, dijital bağlamda temelde yatan prensiplerini anlamaya ve sonra da bu prensipleri farklı farklı geliştirmeye çalışarak toplamaktadır. Çağdaş tasarım bu prensipleri; tavan, kubbe, duvar, sütün, taban gibi mevcut yapılarla kaynaştırma becerisi olan hüresel elementler olarak geliştirmektedir. (Dollens, 2005) Dollens aslında böyle bir yaklaşımla, parçalardan oluşan biyomimetik bir sistem yaratarak, bileşenler geliştirmektedir. Bu tekil biçimlerin birçoğu tamamıyla belirlenmiş değildir; çünkü onlara henüz işlevsel bir program verilmemiştir. Kullandığı yöntem olarak en göze çarpan unsur, deney ve tasarım araştırma kavramını ana odakta tutmasıdır. Tasarımda ve öğretimde, öğrencilerden, bitkilerin doğal ifadelerine bakmalarını ve bu bitkilerin nasıl çalıştığını ve hayatlarında nasıl işlevler gördüklerini ve sonra da bitkinin biçimde ve yaşam döngüsünde biyomimetik biçimle ilgili olabilecek neyin olduğunu aramalarını istemektedir.

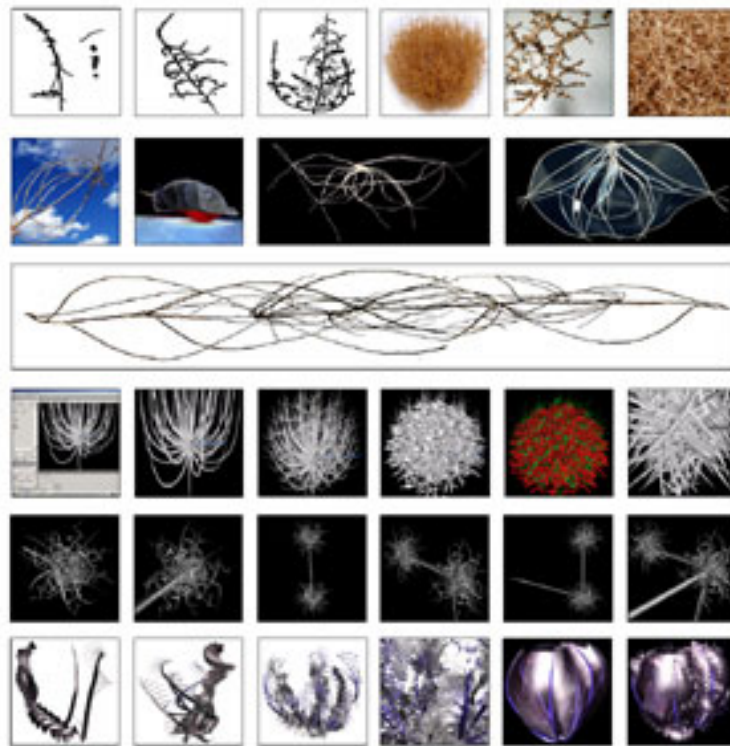


şekil 3.21 : BioTower (Dollens, 2001).

Dollens’ın 1995’te yabani kadife ieği (*Salsola kali*) ile yaptığı çalışma, biyomimetik sürecin bir parçasıdır. Yabani kadife çiçeği, karmaşık, dallanarak

büyüyen, yabani, biçimsiz, keskin ve eğimli, bazen birbiriyle kesişen ok uçlu bir bitkidir. Bir bağlantılar sistemi, ok uçlar bir dalı başka dallarla bağlar ve birbirine takılmış bir çalılık oluşturur. Bitkinin bütününe elastiki bir esneklik ve bitkiye zayıf elementlerin diğer zayıf elementlerle güç edinmesini sağlayan bir çeşit toplam güç verir ki bu da doğada tekrar tekrar bulunan bir yapı tekniğidir. Bir topun genel biçiminde, yabani kadife çiçeğinin çengelli dalları, inanılmaz derecede güçlü ve tohumlarını dağıtarak tarlalar boyunca yuvarlanan, kirişe benzeyen bir küre oluşturmaktadır.

Dollens yabani kadife çiçeğinden edindiği bu düşünceleri birçok dijital bitki ve bu bitkilerden çeşitli türlerde mimarlık elementleri üretmek için kullanır. Daha sonra, bu dijital ürünlerden, hipotetik yapıların yapısal sistemlerini yaratmak için bağlantılar olarak ok ucu fikrinden yola çıkarak dijital armatürler geliştirir. Analog ve bilişimsel evrimi, yapısal biçimler geliştirmek ve eklemek üzere kullanan, tekrarlanan Xfrog adımları ve Rhino dijital manipülasyonları yoluyla çeşitli tasarımlara ulaştırmıştır. Dahası bunlar, Sullivan'ın *Sistem*'inden, yabani kadife çiçeklerindeki görsel biyomimetik ile işbirliği içerisinde (bir tür entelektüel biyomimetik) değerlendirilmiş olan düşüncelerin gerçekleştirilmesidir.



Şekil 3.22 : Yabani Kadife Çiçeği çalışması (*Salsola Cali*) (Dollens, 2001).

3.1.4. Morfo-Ekolojiler (*Morpho-Ecologies*)

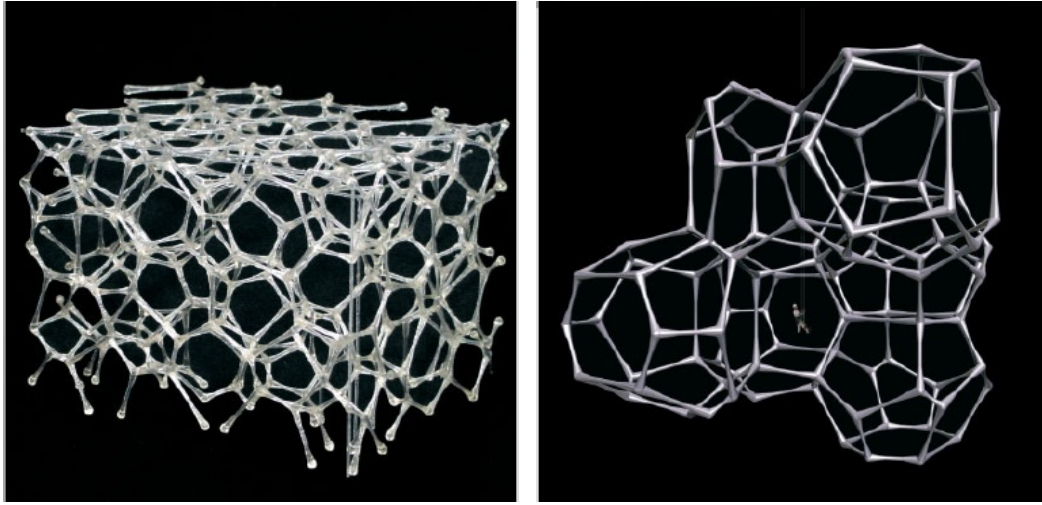
“Morfo-Ekoloji” üzerine pek çok çalışma yapılmaktadır. Londra’daki AA (*Architectural Association*) Mimarlık Okulunda stüdyo yürütücüsü ve Em-Tech (*Emergent Technologies and Design*) isimli yüksek lisans programının koordinatörü olan morfoloji ve ekoloji konularında araştırmalar yapan Michael Weinstock öncülüğünde bu başlık altında birleştirilmiş ve ilk defa 2003 yılında ortaya atılmıştır. Kurdukları araştırma ekiplerinin çatısı altında Michael Hensel ve Achim Menges’le birlikte konuyla ilgili olarak mimarlık stüdyo ortamlarında yaptıkları araştırmaları yayınlamaktadırlar.

Em-Tech Tasarım Grubundan Michael Weinstock, doğada ve bilgisayarlı çevrelerde oluşan form ve davranışları meydana getiren süreçlerin matematiksel temelini incelemektedir. Weinstock, ‘biyoloji, fizik, kimya ve matematikteki oluşumun kaynak ve araçlarının incelenmesi’ bağlamında mimarîdeki daha kapsamlı matematiksel bir yaklaşıma yönelik bir tartışma ortaya koymaktadır. Ayrıca bireyin ortam içerisinde üstlendiği ekolojik rolü ile onun ortama biçimsel adaptasyonları arasındaki ilişkiyi inceler. Bu araştırma ekibi bu mantığın ve ilişkilerin mimariye nasıl taşınabileceği üzerine incelemeler yapmaktadır.

Morfo-ekoloji yaklaşımı, Newton’un mekan algısını, yani mekanın mutlak olarak ve içindeki organlar için yalnızca taşıyıcı niteliğinde olarak algılanmasını reddetmektedir. Bu algılayış biçimi, materyal sınır eşiğine, mutlak bir üstünlük tanımaktadır. Morfo-ekoloji yaklaşımı, bunun yerine, Leibniz’in ve daha sonra Einstein’ın savunduğu gibi, daha göreceli bir mekan fikrini benimsemektedir. Bu mekan fikrinde, mekan, artık yalnızca belirli bir varlık olmakla kalmaz, aynı zamanda toplumsal operasyonlar ve zamanın-uzamın bölgesel deneyimleri yoluyla yapılmaktadır.

Günümüzde tasarlanan ve inşa edilen mimarlığın büyük bir çoğunluğu, standartlaştırılmış bina sistemleri ve istatistiksel olarak kurulmuş homojen iç çevrelerle bir araya getirilen dolgun yapılardan ve katı çevresel ayrımlardan oluşmaktadır. Bu tür mimarlık, bireysel veya kolektif yaşamı, bir proje ortaya çıktığında, ya tasarım süreci esnasında, ya da yeni ortaya çıkan habitasyon şekillerini ve toplumsal formasyonu analiz ederek hiç dikkate almamaktadır. Bir projenin

“bitmiş olması” fikri bile kendi başına, performansın zamanla açığa çıktığı ve bu yüzden de daimi olarak analiz edilmesi gerektiği gerçeğini hiçe saymaktadır. Hensel (2009) bu durumu şöyle açıklamaktadır. “Morfo-ekolojik yaklaşımına içkin olan ekolojik dinamikten ziyade gelişmekte olan asıl proje, yeni yeni gerçek anlamıyla, bağlam içerisinde, projenin habitasyonuna yönelmeye başlamıştır. Bu proje, günümüzdeki bütün mimari pratikleri bütün temel yönleriyle yeniden eleştirel biçimde düşünme gerektiren ve halen sürmekte olan bir projedir” (Hensel ve diğ., 2009)



Şekil 3.23 : “Watercube” hücre kümelenmesinin dijital modeli (Weinstock, 2006).

Gelişimsel biyoloji bu soruların bazılarını birbiriyle ilişkili üç alanda ele almaktadır: morfogenezis, hücre büyümesi ve hücre farklılaşması. Hücre farklılaşması, hücrenin bir çeşit/tip kazandığı süreci tarif eder. İlginç bir şekilde, hücrelerin morfolojisi farklılaşma esnasında dramatik değişiklikler gösterebilmektedir. Morfogenezis, bir organizmanın embriyo gelişimi esnasında ortaya çıkan ve böylece dokuları, organları ve bütün vücut anatomisini oluşturan formları üreten hücrelerin organize olmuş uzamsal dağılımını kontrol eden süreçlerle ilgilidir. Morfo-ekoloji yaklaşımı, morfogenezis kavramını, materyal sistemlerinin gelişmesinin, oran bazlı ve büyüklük bazlı davranış ve ilgili performans kapasiteleri tarafından şekillendirilme yoluna göre ele alır. Bu, gelişimin her bir basamağında sistemin belirli bir çevre tarafından ortaya çıkan dışsal etkiler ve uyarıcılar dizisine maruz kalmasını içermektedir.

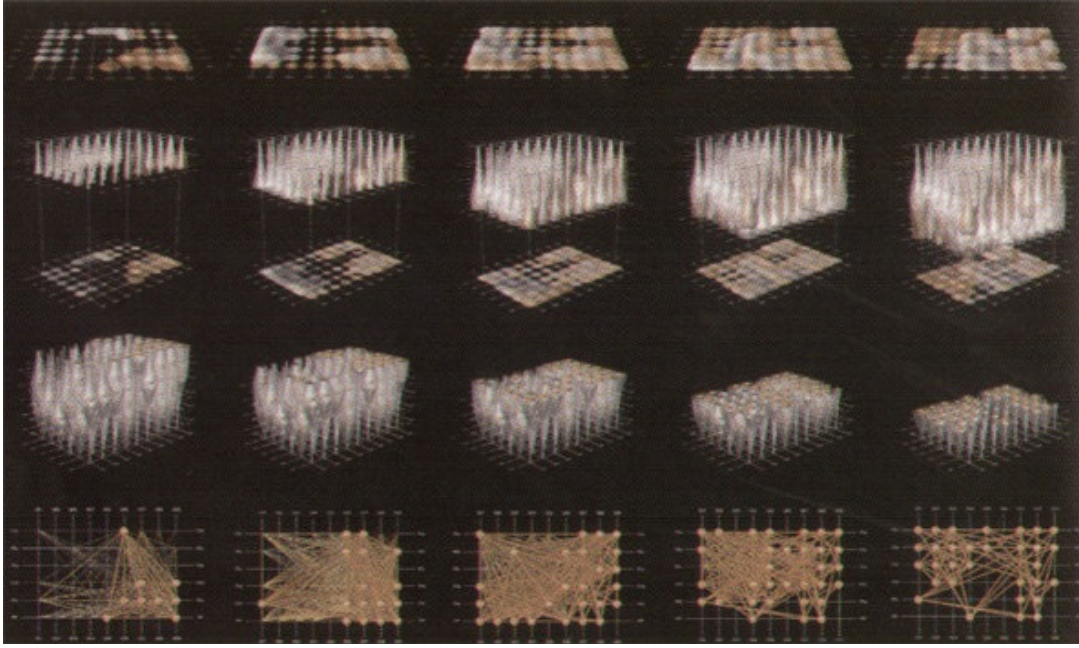
Doğal morfogenezis, evrimsel gelişme ve büyümenin süreci polimorfik sistemler oluşturur. Bu sistemler, hem orana bağlı artikülasyon, hem de oranlara yüksek seviyede entegrasyon gösteren materyalin hiyerarşik düzenlemesi olarak tarif

edilebilir. Doğal morfogenesis formasyonu ve materyalizasyon süreçleri her zaman birbirinden ayrılamayacak şekilde birbiriyle ilişkili ve bağlıdır. Buna karşın, mimarlık; form üretilmesini, içsel materyal mantığa nazaran daha önemli tutmasıyla özdeşleşmiştir. Materyaller en histerik şekillere CNC-makineleriyle sokulmaktadır. Bunun tek sebebi, uygulanan materyallerin ve materyal sistemlerinin içsel morfolojik ve performatif kapasitelerini önemsemeksizin, çağdaş üretimin bunu mümkün kılmasıdır. Materyalizasyon, üretim ve inşa yolları, tabandan tavana üretilmiş materyal çözümleriyle takip edilir. Öncelikle binanın şekli, yapısal sistem mantığı ve metrik düzeni belirlenir. Bunlar sayesinde de standartlaşmış ve standartlaşmamış elementler tarif edilebilir. Bu tasarımlar, daha sonra, en büyük enerji sarfiyatıyla, performans kapasitesinde belirli bir kazanım olmaksızın üretilirler. (Hensel ve Menges, 2006)

Morfo-ekoloji'nin mimarlık tasarımına yaklaşımı, bunun yerine, materyal bileşenlerde, formasyonu materyalizasyon süreçlerinden ayırmaksızın, morfolojik karmaşıklık ve performatif kapasiteyi sağlamayı amaçlamaktadır. Böyle bir yaklaşımın özü, önceden belirlenmiş tasarım şemalarının inşasını kolaylaştıran, standardize olmuş bir binanın sistemleri ve elementlerinin türemişleri şeklinde değil, materyal sistemleri tasarım sürecinde üretici sürücüler olarak anlamaktır. Bundan dolayı, bir tasarım materyal sisteminin içsel performatif kapasiteleri yoluyla takip edilebilir. Materyal sistem fikri materyal karakteristiklerini, geometrik davranışı, üretim sınırlamalarını ve montaj mantıklarını içine alacak şekilde genişleyebilir. Bu sayede, form, materyaller ve yapı anlayışı ortaya çıkar. Birbirinden kopuk ayrı elementler değil, değişen girdi ve geri besleme ilişkilerine cevaben ortaya çıkan, polimorfik sistemlerdeki karmaşık ve birbiriyle iç içe geçmiş ilişkiler oluşur. (Weinstock ve diğ., 2010)

İnsanlar ve diğer tüm canlılar devingen tabiat olgusu ve süreçleri içerisinde doğar ve var olurlar. Tüm canlı varlıklar günümüze kadar tabiatı önemli bir biçimde etkilemişlerdir ve etkilemeye de devam edeceklerdir. Doğa ve uygarlık içerisinde var olan tüm formlar bir “mimariye” sahiptirler. Zaman içerisinde bir mekanda var olan malzemenin şekillenmesi sonucunda bu formlar belirli şekle, boyuta ulaşır; belirli davranışlar geliştirirler. Bu formların ortaya çıkış biçimlerine ve söz konusu süreç de yine bu şekillenme yön verir. Enerji, bilgi ve malzeme dünyada bulunan tüm bu

formlar arasında akar; insanlar ve kültür de bu akım içerisinde evrilmiş, gelişmişlerdir. (Weinstock, 2004)



Şekil 3.24 : Farklı değişkenlerle, farklı geometrik nesneler (Weinstock, 2004).

“Emergence” günlük dilde ‘oluşum’ (*emergence*) kelimesi algısal bir kavram olarak değerlendirilip, ‘görünüş’ (*appearance*) kelimesinin eş anlamlısı olarak kullanılsa da; bilimde bu kelime, türlerin ve davranışlarının çok karmaşık sistemlerin bir ürünü olarak ortaya çıkmasını ifade eder. Sıkça kullanılan en basit tanıma göre; oluşum, bileşenlerinden yola çıkılarak ulaşılamayan bir sistemin özelliklerini tanımlamak için kullanılır. Özellikler, bireysel parçaların toplamından çok daha fazlasını görünür kılarlar. Bu oluşum sözcüğünün en eski, belki de Aristo’dan günümüze uzanan yorumuna göre; ‘bütünler’ düzenleme ve bütünleştirme basamakları birbirini takip eden etkileşim süreçlerinin bir getirisi olan ayırt edici özelliklere sahiptir. Doğa ve uygarlık süreçlerini sistemler olarak düşünürsek, sistemleri meydana getiren farklı parçaların arasındaki bağlantı ve etkileşimler önem kazanır. Sistemin dinamiklerinin belirlenmesinde, bütünü taşıdığı özellikler en az herhangi bir bireysel parçanın özellikleri kadar önemlidir. Bu çok genel bir tanım olduğu için, kesişen alanlar boyunca etkili olan düzen ve kesişim ilkeleri ile dinamiklerini, ortaya çıkış süreçlerini betimlemek ve formların doğal ya da kültürel yollardan oluşturulan sistemlerde ortaya çıkış biçimlerini yönlendiren kritik eşiklerle geribildirimini saptamak gerekmektedir. (Weinstock, 2010)

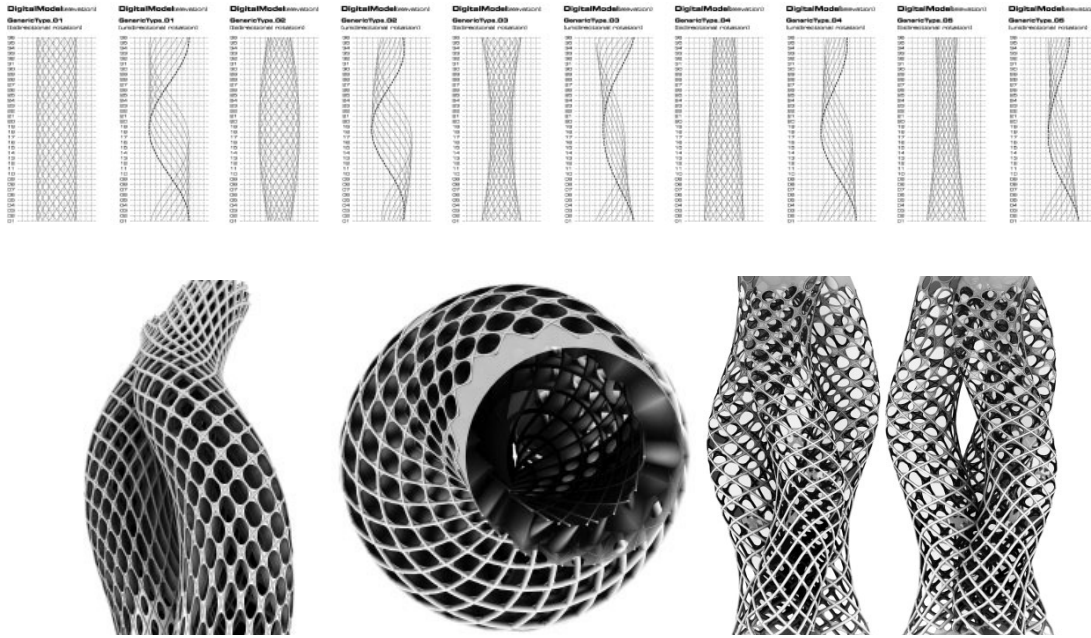
Ortaya çıkan şey nedir, kaynağı nedir ve bu oluşum nasıl hayat bulur? Karmaşık sistemlerdeki süreçler; doğal ve kültürel sistemlerde var olan tüm formları üretir, geliştirir ve bu formların devamlılığını sağlar. Söz konusu süreçler, çevreleriyle enerji ve madde alışverişi içerisindeyler. Canlı türleri; davranış biçimlerini, geometrilerini değiştirerek, nesiller boyunca kendilerini yineleyerek hayatta kalır ve bütünlüklerini korurlar. Canlı türleri çok çeşitli popülasyonlarda var olurlar. Türler arasındaki iletişimin güçlü olduğu yerlerde ise kolektif davranış, zeka ve kültür su yüzüne çıkar. Doğal ve kültürel formların gelişimi sırasında takip edilen süreçler birbiriyle yakından bağlantılıdır. Formun ortaya çıktığı tüm sistemler ve kendine özgü bir karmaşık yapıya sahip olan sistemler; sistem içinden akan enerji ve bilgi sayesinde ayakta kalırlar. Bu akışın izlediği şemada sürekli değişimler yaşanır ve şema çevreden gelen pozitif ya da negatif geribildirimlerle şekillenir. (Weinstock, 2010)



Şekil 3.25 : Dijital form-bulma (*form-finding*) (Hensel ve Menges, 2008).

Weinstock' a (2010) göre bütünün kendisini meydana getiren parçalardan daha çok şey ifade etmektedir ve karmaşık sistemlerdeki süreçlerin atom ve moleküler düzeyde etkili olan temel fizik yasalarıyla tutarlı bir durum sergilemektedirler; fakat en nihayetinde onları oluşturan atom ve moleküllerin özelliklerine indirgenemeyen özellikte olduğunu kabul etmek gerekmektedir.

Bir yandan bu yaklaşım biçime dair bazı ölçütler tesis ederken diğer yandan seleksiyon meselesi, sosyal şartlara veya spesifik çevre koşullarına uyum sağlamaya ilişkin kaydadeğer bir bilgi sunmaz. Em-Tech Tasarım Grubunun son zamanki fikirleri, mimaride evrimsel süreçleri taklit etmeyi kendi başına bir canlı organizma olma noktasına kadar götürmektedir. Mevcut biyolojik paradigmanın getirdiği sonuçlar bu grubu “yaşam ölçütlerini mimariye uygulamanın olası getirilerini” araştırmaya itmiştir (Hensel ve Menges, 2006). Elbette ki yazarlar “hücre duvarlarının esnek zarları boyunca gerçekleşen kimyasal tepkiler ve bunların bağıntılı maddesel altyapıları” türü mimari ile yaşam arasındaki moleküler düzeydeki benzerliklerle çok ilgilidir. Ortaya çıkan ise mimariyi doğal süreçlerle aynı hizaya getirme ve biçimsel anlam yükleme davranışından uzaklaştırma iddiasıdır.



Şekil 3.26 : Hücresel doku farklılaşması (Hensel ve Menges, 2006).

Küresel ölçekli heliksin farklı türleri arasında jenerik geometrik çalışmaları yapılandırmasıyla ilgili olarak Şekil 3.26 daki örnek verilebilir. Beş temel geometrik eğri üretmek için komut dosyası birleştirilmesi ve / veya verinin matematiksel olarak değiştirilerek geometrik varyasyonu sistematik bir şekilde bulunmuştur. Yapının tamamının dijital modeli (izometrik ve üst görünümleri) altta verilmiştir. Bir yapıya bağlanan, dış ve iç yüzeyi ihtiva eden hücresel doku farklılaşmış bir yapısal deri elemanı olarak görev yapmaktadır. hücre derinliği ve kalınlığı yapısal performans göre modüle edilmiş ve mekansal kriterler buna göre belirlenmiştir.

3.1.5. Dijital Tektonik (*Digital Tectonic*)

Genetik mimarlık canlı organizmayı temel almaktadır. Canlı bir organizmanın üreme şekli, yaratılma süreci ve gelişimi genetik mimarlığın çerçevesini çizen can alıcı unsurlardır. Morfo-ekolojide ise malzemenin yapısının (doğada zaten varolan canlı ve cansız tüm sistemler olabilir) biraraya gelme ve çevre koşullara uyum sağlama prensiplerinden yararlanılmaktadır. Dijital mimarlık ise kavramı daha çok bilgisayarla yeni formlar yaratma ve form üretebilme yeteneği üzerine kurulmaktadır. Bu süreç ve bilgisayarın yapabildikleri tasarımı ve üretimi derinlemesine etkilemekte ve değiştirmektedir. Mimarlığı tektonik olarak sarsan bir olgu halini almıştır. Mimar ve eleştirmen olan Neil Leach 2002-2004 yıllarında, dönemin önemli ipuçları veren projelerini ve araştırmalarını derlediği “Dijital Bir Dünya İçin Tasarlamak” (*Designing For A Dijital World*) ve “Dijital Tektonik” (*Digital Tectonic*) başlıklı iki kitabında dijital dünyanın mimarlığı ne kadar kökten bir değişikliğe uğrattığına değinmektedir. Dijital tektoniği Genetik Mimarlıkla ilgili kılan biyolojik kökenli kavramların dijital tasarımın içinde var olması ve de Genetik Mimarlığın yapılabilmesinin dijital teknolojilere bağımlı olması olarak yorumlanabilir.

Formlarında kendilerine ait bir hayatı vardır; zaman içerisinde çeşitli faktörlerin etkisiyle devinerek değişerek, birikimler sonucu ortaya çıkarlar. Doğa sürekli bir oluşumdur ve bu devinim ortamını canlı tutar. Bu oluşum sürecindeki etkileşimler, yaratıcı devinimler -canlı ve cansız- sistem içindeki bileşenlerin formlarında kendini gösterir. Canlılar çevresel faktörlerin baskısı sonucu yaşamlarını idame ettirmek için adaptasyon geçirir ve evrimleşirler. Bu sürekli oluşum sırasında geçirdikleri değişimler fizyolojilerine yansır. Doğada formun gelişmesini aktive eden temel yönelim canlının ekosistem içerisindeki yaşamsal etkinliğini ve işlevini en iyi şekilde yerine getirebilmesi için fiziksel kapasitesini ve donanımını güçlendirmektir. Canlının fiziksel özellikleri sistem içerisindeki işlevine ve çevresel faktörlerin etkilerine ‘uygun’ olmak durumundadır. Başka bir deyişle canlıların fiziksel özelliklerinin oluşumundaki temel güdüm ‘uygunluk’ tur (fitness). Eğer canlı sistem içerisinde varlığını sürdürebiliyorsa o yaşam formu uygun (fit) demektir. Uygun olduğu şey ise ortamı ve ortamı oluşturan etkenlerin tümüdür. Formların ortaya

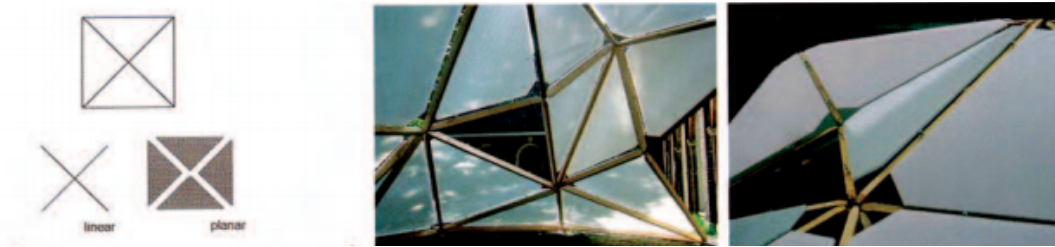
çıkışındaki amaç-yönelimler, formun sistem içerisindeki kullanılış biçimi ve oluşum sürecini etkileyen faktörlerdir.

Mimari tasarıma dijital yaklaşımlar, mimarlığın vazgeçilmezi olan biçim dünyası ve biçimlerin temsil edilme durumu basit geometrik transformasyonlar ile mimari tasarımda biçimler arasındaki ilişkiler ve biçim gramerleri konularını ele almaktadır.



Şekil 3.27 : Dessau Mimarlık Enstitüsünde öğrenci çalışmaları-1 (Leach, 2002).

Günümüzde ise artık bu eşik aşıp moleküler düzeye geçilebilmektedir, hatta genetik tasarım ve programlama zincirleri yeniden biçimlendirilerek bu unsurlardan doğal canlı elementler oluşturulabilmektedir. Bu durum Estevez’in (2003) deyişiyle “sibernetik-dijital dünya” ile doğrudan kıyaslama yapma imkanı tanımaktadır. Bu nedenle programlama zinciri tasarımı daha sonra kendinden yola çıkarak yapay dijital elementler oluşturacak bir kavram olarak da algılanabilir.

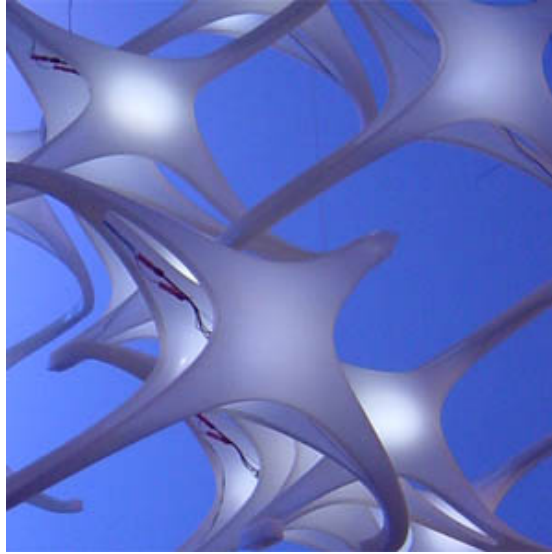


Şekil 3.28 : Dessau Mimarlık Enstitüsünde öğrenci çalışmaları-2 (Leach, 2002).

Aristoteles’ e göre bağımsız olarak varolanlar tözlerdir ve birkaç önemli istisnanın dışında tözlerin hepsi “madde” ve “biçim” in biraraya gelmesinden oluşur. Madde biçimden, biçim de maddeden ayrı olarak varolamaz. Ancak Aristoteles’e göre bu

ilişkide biçim (ya da biçimsel neden) maddeyi varlığa getiren şey olarak belirleyicidir. Biçim etkinliktir; yetkinliktir; bir şeyin yöneldiği içkin amaçtır. Örneğin ruh, canlı bedenın biçimi olarak onu bir arada tutan, geliştiren, onu “varlık” yapan ilkedir. Bu anlamda maddeye içkin olan biçim o şeyin gelişimini açıklar. Aristoteles’e göre bir şey ancak tam anlamıyla geliştiğinde bütün olarak anlaşılabilir bir yapı haline gelir; bu yüzden bir şeyin gelişimi o şeyin kendi içkin biçimini gerçekleştirme çabası olarak görülebilir. (Güçlü ve diğ. 2003:216)

Aslında biçim teriminin felsefe de kullanımı modern mimaride kullanılan biçim kavramından bazı farklılıklar göstermektedir. Modern mimaride biçimci bir yaklaşım içeriğinden koparılmış, varoluş sebebinden kaynaklanmayan, yüzeysel bir şekle görsel bir esinlenmeye gönderme yapar. Ancak genetik mimarlıktaki biçim kavramı felsefede ki kullanıma daha yatkındır. Biçim içsel bir durumdur. Kendi içinden ve tözünden gelen, maneviyatı olan bir şeyin o maneviyattan kaynaklanan maddesel dönüşümüdür. Doğal olarak içeriğinden koparılamaz ve üzerine giyilen başka bir kılık gibi düşünülemez.



Şekil 3.29 : Lattice Arcipelogs- “Smart Studio” tasarımı (Leach, 2004).

“Genetik Mimarlık”la birlikte eş zamanlı olarak gündeme gelen diğer mimarlık yaklaşımların adları ya da anahtar sözcükleri hep biçime biçimsel bir çağrışım (gönderme) yapar. Akışkan, sıvı, hiperyüzey gibi. Bunların her biri salt biçimsel esinlenmelerle elde edilen ürünün son biçimiyle ilintilidir. Halbuki Genetik Mimarlığın kavramları olan “morfo-genesis” (*morpho-genesis*) ya da “morfo-ekoloji” (*morpho-ecology*) gibi kavramlar biçimin oluşması sırasında süreç

gönderme yaparlar. Ayrıca genetik mimarlıkta genetik sözcüğü yine sürecin içsel mantığını çağrıştırmaktadır. Bu sebeple “Genetik” sözcüğünün kullanılması basit bir meteforun kullanılmasından çok daha fazla anlam ihtiva etmektedir.

Mimarlık görsel kaygılardan sıyrılarak kendi performansı tarafından doğrulanan bir mimarlık anlayışına doğru kaymaktadır. Tektonik ekonomik ekolojik endişeler önem kazanmaya başlamıştır, artık stil ve görünüşle gereğinden fazla ilgili değildir. Yeni bir mimarlık anlayışından sözedilebilir ancak bu postmodernizmin sunum sanatını alt etmek üzere gündeme gelmiş bir değişim değildir. Bu mimarlık söylemini daha objektif bir çerçeveye yerleştirmek için yapılmış olan bir girişimdir.

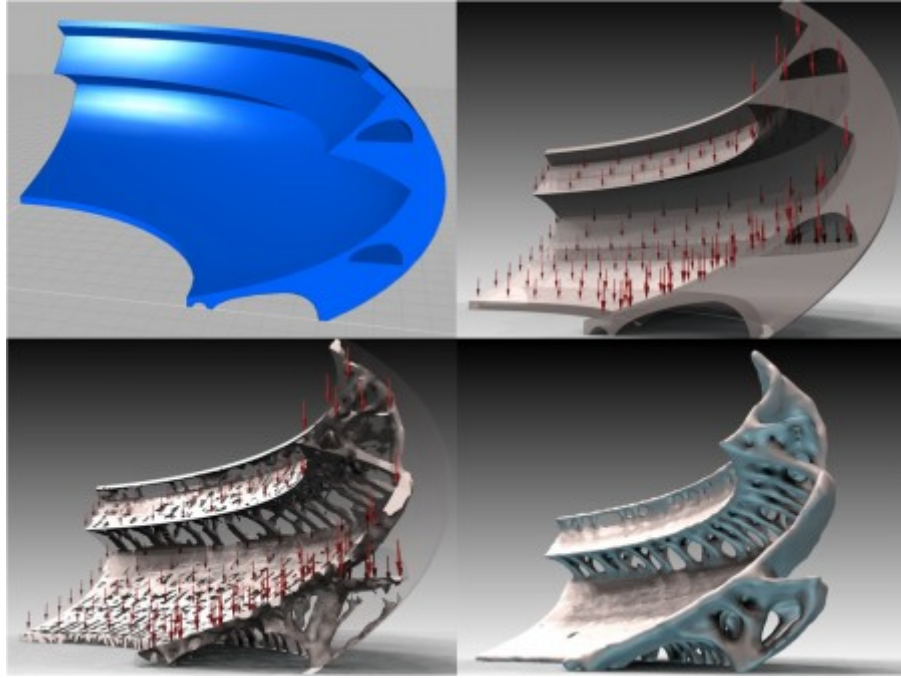


Şekil 3.30: “Branching Morphogenesis” Sabin+Jones labstudio (Leach, 2004).

Leach’e (2004) göre performansın tasarım süreci içindeki yerini ve önemini “morfogenesis”e olan ilgi olarak yorumlayabiliriz. Aslında “morfogenesis” terimi başlarda biyolojik bilimlerde gelişme ve farklılaşma süreçleriyle organizma oluşturan form jenerasyonunun ve modelinin mantığına işaret etmiştir. Son zamanlarda, morfogenesis terimi, mimarlık çevreleri içerisinde, form oluşturma sürecinin yukarıdan-aşağıya süreçlerindeki hegemonyaya meydan okumaya çalışan bir tasarım yaklaşımı

belirlemek için ve aşağıdan-yukarıya giden bir form bulma mantığı ile bu sürecin yerini değiştirmek için oluşturulmuştur.

Leach (2004) form bulma ve form oluşturma arasındaki farkı şu sözlerle açıklamaktadır. “form bulma ile form oluşturma, yukardan aşağı süreç ile aşağıdan yukarıya süreç, formasyon ile form arasındaki vurgu farkında yatar. Aslında “form” terimi, “formasyon” terimine ek bir pozisyona gönderilmelidir. “Formasyon” terimi ise, “bilgi” ve “performans” terimlerine bağlantılı olarak kabul edilmelidir.” Özetlersek, mimarlık, performansa ilişkin düşünceler tarafından “şekillenirken”, form düşüncesinden ve mimarlık düşüncesinden uzaklaşır ve materyal formasyon söylemine yaklaşır. Başka bir deyişle, materyal “formasyonun” ardındaki mantığa tâbi olmak için, “formu”, “performansa ilişkin” prensiplerin düşünülmesi şekillendirmelidir.

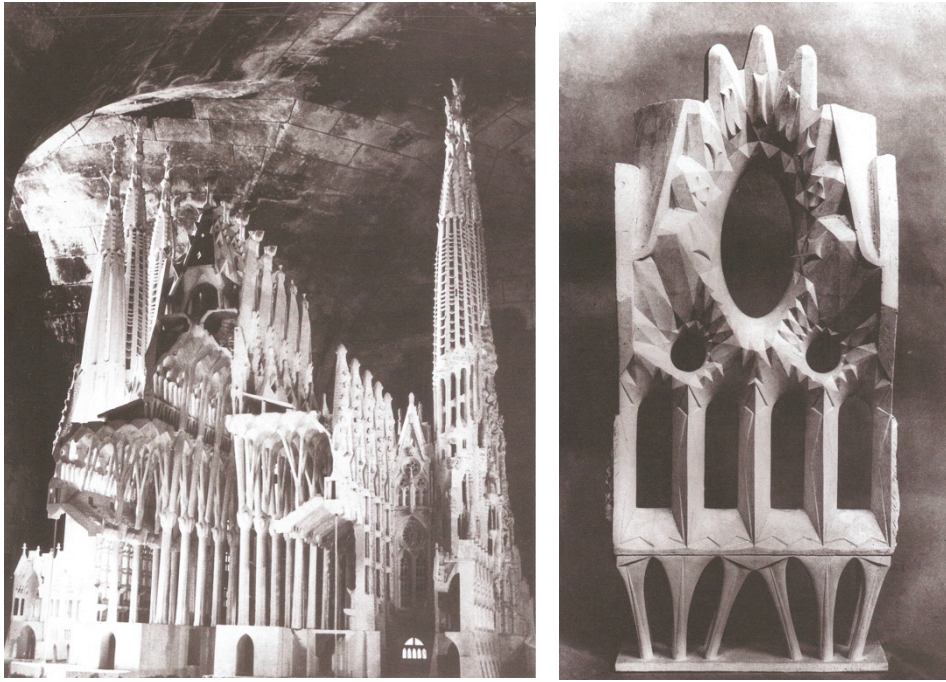


Şekil 3.31 : “Morphogenesis-Coliseum” SolidThinking yazılımı (Leach, 2004).

Ancak, mimarlıkta morfogenesisin mantığı tasarım metodolojisine ilişkin sorularla sınırlı değildir. Morfogenesis aynı zamanda etik arenaya kadar uzanabilen bir kavramdır. Yapısal bir bakış açısıyla daha verimli işleyen formlar bulunabilirse, o zaman daha az materyal kullanabilecektir. Eşit derecede, enerji tüketimi bakımından daha verimli çalışacak formlar icat edilebilirse, binalar ısıtmada veya soğutmada daha az enerji tüketebilecektir. Her iki şekilde de, morfogenetik tasarım dünya

kaynaklarını korumaya yardımcı olacaktır. Böyle olunca, morfogenezis çevre konusunda etik bir argüman olarak da ele alınabilecektir.

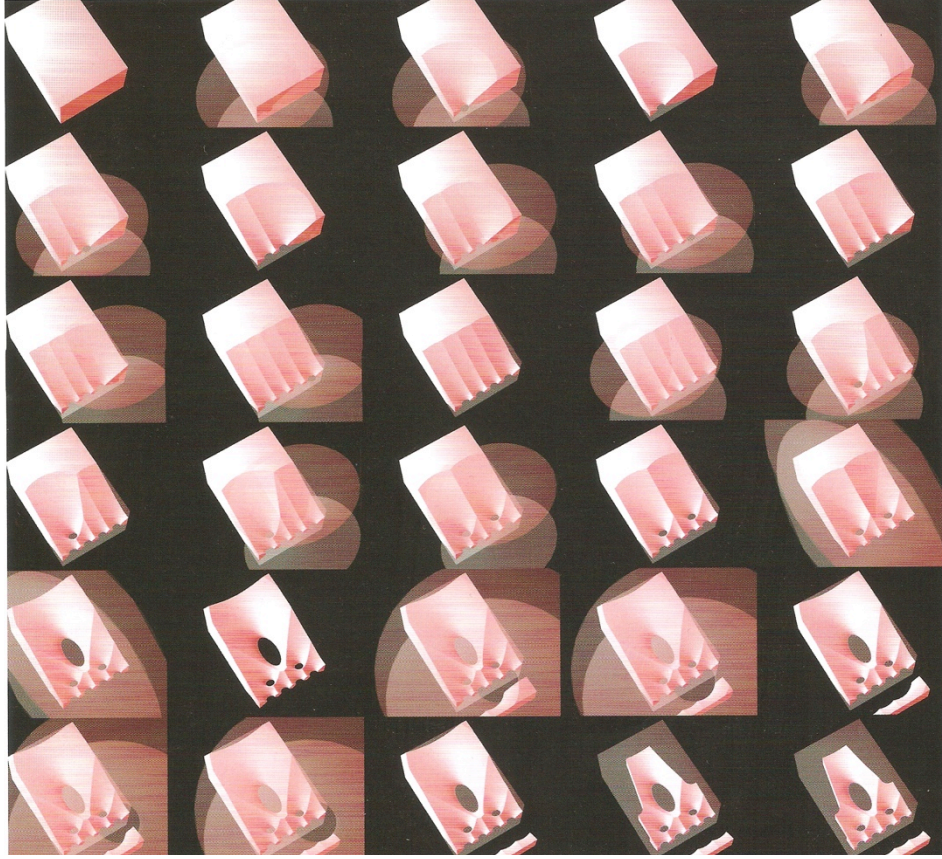
Bazı çağdaş mimarlar Antonio Gaudi ve Frei Otto'nun çalışmalarını yeniden incelemişler (Şekil: 3.32) ve bu çalışmalar, onlar için, form bulma araştırmasının yeni morfogenetik jenerasyonu için ilham kaynağı olmuştur. Mark Goulthorpe kendi çalışmasını "Post-Gaudi uygulamasının" bir formu olarak tanımlamaktadır. Gaudi'nin Sagrada Familia kilisesinin tamamlanmasında danışman mimar olan Mark Burry ise Gaudi'nin (Şekil: 3.33) son derece sofistike olan doğa güçleri anlayışının ardında yatan mantığı anlamak için dijital teknikler geliştirmektedir. Öte yandan Lars Spuybroek, (2004) yeni tasarım çalışmaları için başlangıç noktası olarak, Frei Otto'nun çalışmasından ilham alarak, yine dijital alandaki daha yeni yazılım gelişmelerine bağlı olan birkaç analog deney yapmıştır.



Şekil 3.32: Sagrada Familia, Mark Burry (Leach, 2004).

Bu çalışmalar, mimarlıkta performansa ilişkin yeni bir dönüm noktası olduğunu göstermektedir. Yapısal performans prensiplerine karşı yenilenmiş bir ilgi duyulması ve yapı mühendisleriyle daha fazla işbirliği sürdürülmesi açısından bu çalışmalar önemlidir. Ancak, performansa ilişkin bu kaygı, yapı mühendisliği alanından da öteye geçerek; çevresel, ekonomik, peyzaja dair yada programa ilişkin başka inşaat

söylemlerini karşılayabilir. Kısacası meydana gelen şey mimarlığın, inşaat endüstrisini tanımlayan başka disiplinlere devşirilmesidir.



Şekil 3.33 : Sagrada Familia'nın pencere yüzeyi, Mark Burry (Leach, 2004).

Leach'e (2004) göre materyal bilişim ve dijital bilişim bir araya gelince mimarlık tasarım kültüründe performansa yönelik bir dönüm noktasına yeni dijital teknikler aracılığı ile gelinmiştir. Bunlar, form üreten programların manipülasyon ve kullanımında, L-Sistemlerden hücreli otomataya, genetik algoritmalara ve multi-ajan sistemlerine kadar uzanmaktadır. Bu sistemler, tasarımcılar tarafından yeni bir form jenerasyonu üretmek için; anlamak, denemek ve zaten tasarlanmış olan yapıları değerlendirmek için kullanılır.

Ancak dijital tektoniğin mantığı içerisinde bile belirli bir gelişim soyağacı (*geneology*) bulunur. Bilişim metodolojisi, ilk olarak, mimarın ilk tasarımlarını test eden ve bu yolla doğrulayan ve destekleyen bir araç olarak kullanılmıştır. Buradaki amaç, basit şekilde, bilgisayarlı mimarın tasarımlarını uygulanabilir yapmak için kullanmaktır. Tasarım sürecine en önemli katkısı ise, bu süreçteki bulguların yada ölçülen değerlerin tasarım sürecine tekrar katılması ve orijinal tasarım üzerinde

ıugulanan düzeltmelerin hemen görülebilmesidir. Bunun için verilebilecek örneklerden biri, “British Museum” avlusuna yapılan çatı örtüsüdür. Müzenin (*British Museum Great Courtyard Roof*) akustik performansını ölçmek ve değerlendirmek için, Foster ve arkadaşları tarafından bir bilgisayar yazılımı kullanılmıştır (Şekil 3.34). Kimi zaman, gevşek olarak formüle edilmiş olan mimarlık konseptinin daha kesin yapısal tanımları bilgisayar tarafından yapılabilmektedir. Buradaki örnekler, “British Museum” binasının cam kubbesinin formunun tasvir edilmesinde algoritmaların kullanımını ve pencere tirizi sisteminin vektörsel planının tasvir edilmesinde “dinamik rahatlama tekniğinin” kullanımını da içermektedir.



Şekil 3.34 : British Museum Courtyard Roof, Foster & Partners (Leach, 2004).

O halde bir kez daha vurgulamak gerekirse genetiğin bu bölümde ortaya çıkan kavramları, performans, form bulma, yeni materyal kökenli düşünce tarzıdır.

3.2.5 Yeni Materyalizm (*New Materyalizm*)

Manuel De Landa (2004) çok açıkça yeni materyalizmin paradigmasını ortaya koymuştur. Bu, dünyayı anlamada, “yüzeyin altında yatana bakma” gibi bir tür Marksist bakış açısı sayılabilir. Yüzeyde gördüğümüz şeyler birçok bileşenin bir araya gelmesiyle oluşmaktadır. Öte yandan Manuel De Landa, hiçbir şeye bakarken ekonomiyi göz ardı etmemekte, aksine her zaman dikkate almaktadır. De Landa (2004) “Başka bir deyişle, günümüzde dünyaya bakarken materyalist ifadelerle dünyayı anlamlandırmaya çalışıyoruz; sembollerle değil” diyerek sembollerle nitelendirilen şeylerin ne anlama gelebileceğini soyut düşüncelerle değil, daha çok materyalist performansla ilgili olduğunu vurgulamaktadır. Mesela De Landa’ya göre (2005) Google Earth’ten Sahara’ya veya bir nehre bakıldığında, sadece onları

görmekle kalınmaz; daha da ötesini düşünölmeye başlanır (Şekil 3.35). Kısacası Sahara'yı Sahara yapan veya nehri nehir yapan bazı materyal koşullar vardır ve bunlar sonucunda bu doğal ortamlar meydana gelmiştir. De Landa (2005) "İşte biz de bu materyal koşulların peşindeyiz." diyerek Yeni Materyalizmin (*New Materyalizm*) çerçevesini belirtmektedir.



Şekil 3.35 : Sahra Çölü ve Nil Nehrinin uydudan çekilmiş fotoğrafları

Yeni materyalizm doğrudan genetik mimarlığı eleştirmesede günümüzde mimarlıkta yaşanan değişimlere karşı takındığı tavırdan bir açıklama getirilebilir. Bu gün pek çok teorisyen doğrudan Genetik Mimarlık ve onun spesifik konusu olan gerçek ve mecazi anlamlarıyla yapılan mimari üzerinden olmasa bile biyolojik kökenli gelişmeler üzerinden yeni mimarlık söylemleriyle gündeme gelmektedir. Şu anda genetik mimarlığın kullandığı teknolojilerin bu yeni söylemler tarafından da paylaşıyor olması ortak bir payda yaratmaktadır.

Çağdaş mimarlık tasarımında, vurguda görölen önemli bir değişim tespit edilmiştir. Yalnızca görsel kaygılara dayalı mimarlıktan, performansı tarafından doğrulanan bir mimarlığa geçiş oluşmuştur. Bir zamanlar ikincil kaygılar alanına itilen yapısal, inşaata ait, ekonomik, çevresel ve diğer parametreler birincil olmuştur ve artık tasarım sürecine pozitif girdiler olarak aktarılmaktadır. Mimarlık, görünüşe göre stil ve görünüşle gereğinden fazla meşgul olmamaktadır. Yeni bir paradigma oluşmuş gibi görünmektedir. Materyal davranışına yönelik bu yeni paradigma teori ile pratiği yakınlaştırmaktadır. Çünkü materyal davranışından geçerek ortaya çıkan bu teori ister istemez pratiğin tüm izlerini taşımaktadır. Adeta önce teorisi üretilen sonra uygulaması oluşan bugüne kadar ki teorilerden farklıdır. Davranış önceden bilinemez. Ancak sonuçları yazılabilir.

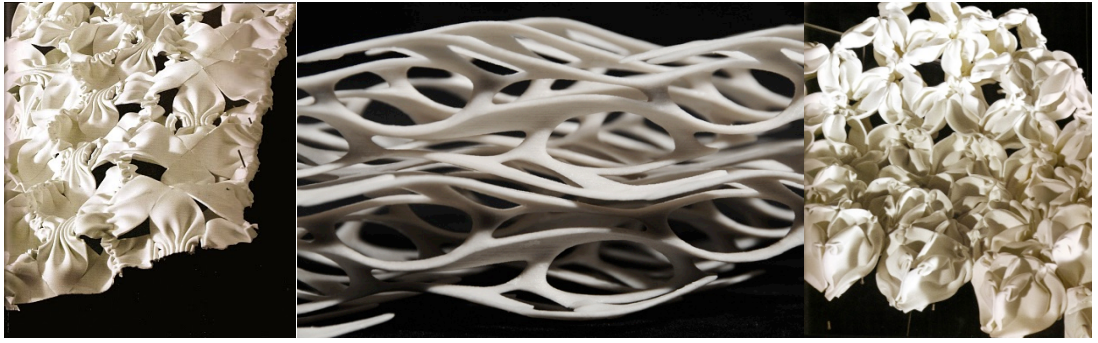
De Landa bu terimi yeni bir teorik paradigmayı tanımlamak için kullanmaktadır. Bu hareket, aynı zamanda *MIT Media* ve *Santa Fe Enstitüsü* gibi disiplinlerarası bilimsel araştırma merkezlerinden ortaya çıkan çok daha yeni bilimsel bir düşüncüyü de bünyesinde barındırmaktadır. De Landa, bu yeni paradigmayı verimli bir şekilde kendi teorik yazıları aracılığıyla tanımlamıştır. *Çizgisel Olmayan Tarih: Bin Yılın Öyküsü (A Thousand Years of Nonlinear History)* isimli kitabı şehrsel gelişmenin bütün tarihini materyal süreç çerçevesi içerisinde yeniden düzenlemiştir. *Domus*'ta Yeni Materyalizm üzerine bir dizi makale yayımlamıştır. Bu makale dizisinde, biyomimetik, akıllı materyallere ve diğer çağdaş materyal kaygılarına değinmiştir. “Yüzeyde gördüğümüz daha derinde yatan süreçlerin bir ürünüdür” anlayışı her iki düşüncede de mevcuttur. Ancak, bu prensibi basit ekonomik bir arenadan bir kültür bütününe uzatmak konusunda çok başarılı olmuştur. Yeni materyalizmin arkasındaki anahtar, bugünkü vurgunun sembollerde değil, materyal ifadelerinde olduğunun farkına varmaktır. De Landa (2005) “Sembolik içerikle git gide daha da az ilgileniyoruz. Bir bina ne anlama gelebilir gibi bir soruyla, eskisine göre çok daha az ilgilimiz ve hatta git gide performans ve materyal davranışlarıyla daha da çok ilgileniyoruz” demektedir. De Landa'nın dediği gibi, şehirlerimizi, onları meydana getiren ekonomik, sosyal ve siyasal kuvvetler bakımından anlamamız nasıl gerekiyorsa, mimarlık tasarımını da materyal süreçler bakımından öyle anlamamız gerekmektedir.

Yeni Materyalizmin temel meseleleriyle, bu terimi kullanmaksızın ilgilenen bazı etkili mimar ve mühendisler Cecil Balmond, Hanif Kara ve Mutsuro Sasaki gibi yenilikçi yapı mühendislerine olan ilginin artmasından ve CNC milledme, lazer kesimi, 3D baskı gibi dijital üretim süreçlerine olan ilginin artmasından materyalizme olan ilginin arttığını söyleyebiliriz. Bunlar dünyamızdaki mimarlık eğitiminde, Architectural Association (AA), ETH Zürih, Harvard GSD gibi okullarda git gide artan bir önemle rol oynamaktadır. Buna ek olarak, skripting, programlama ve parametrik modelleme gibi tasarımın kendisini şekillendiren materyal olmayan süreçlere gösterilen artan ilgiden de bunu anlayabilmekteyiz.

3.1.6. Otogenetik Strüktürler (*Autogenetic Structures*)

Mimar, kuratör ve akademisyen olan Evan Douglas 1992'den itibaren Pratt Enstitüsü Mimarlık Bölümünde stüdyo eğitimlerini farklı bir metotla organize etmektedir.

“Autogenetic Structures” terimi Dougliš’in Mimarlık Eğitiminin ilk yılında uyguladığı bir stüdyo çalışmasının adıdır. Aynı zamanda bu çalışmaları derlediği 2009 yılında yayımladığı kitabın başlığıdır. Çalışmaları form ve mekan kavramlarını zaman ve dönüşüm kavramlarıyla birleştiren ilk yılın stüdyo ölçütü olması bakımından kurucu bir özelliğe sahiptir. Dougliš’in stüdyoları, istikrarsızlaştırma ve yeniden yönlendirmeyi temsil etmektedir. Sergi tasarımcısı ve küratör olarak bu çalışma, Dougliš’in okulda harekete geçirdiği yüzey, kütle mekan üzerindeki karmaşık deneylerinin hayata geçirildiği ilk örnekleri olan ileri derecede fabrikasyon türlerinin önünü açmıştır (Bell, 2009).

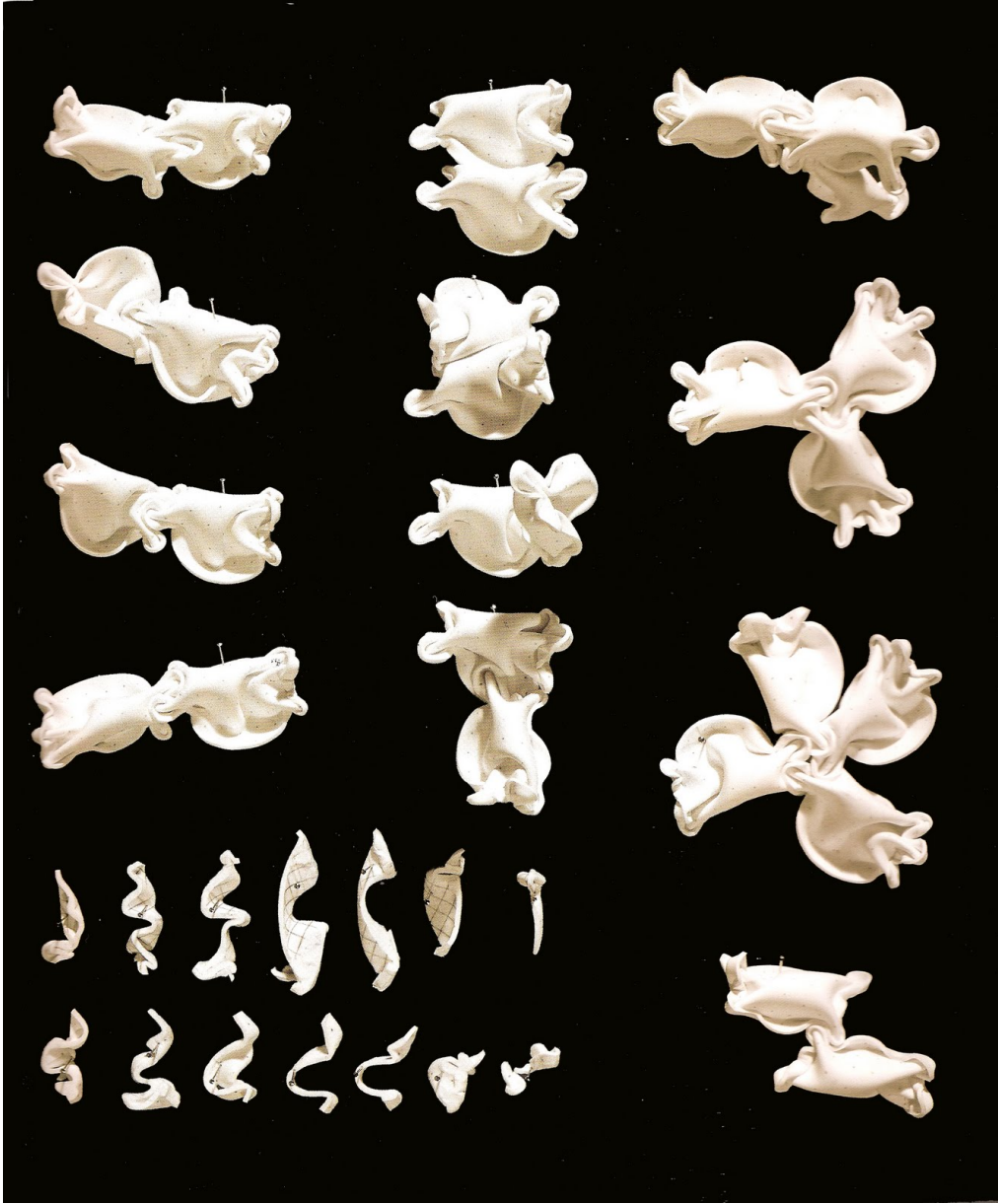


Şekil 3.36 : Dougliš’in Stüdyosunda üretilen öğrenci çalışmaları-1 (Dougliš, 2009).

Evan Dougliš’in Kolombiya’daki Mimarlık Okulu’nun stüdyolarından çıkan çalışmaları nitelendiren iki tema mevcuttur. İlk tema, vektörel bir sürecin hareketlerini izleyen ve kopyasını çıkaran tekniklerden elde edilen programla mekanın analizi olarak karakterize edilmesidir. Tasarım aşamalarında, Dougliš’in stüdyolarının bu yönü, tasarım sürecinin önemli öncelikleri olarak dönüşümü ve değişimi baz almaktadır. İkinci tema, hacimsel ve yüzey tekniklerine dayanmaktadır. Bu hem topolojik limitlerin elastiklik testi olarak hem de iç mekan limitlerinin denenmesi açısından ekstrem bir varyasyonu destekler. Yüzey matematiği ve denemesi ile iç mekan hacminin tekrar tanımlanması yoluyla Dougliš’in stüdyoları doğrusal süreçler ve temel aritmetik dönüşümlerin içerisindeki katmanlar olarak üretilen mimarileri ortaya çıkarır, zira bu süreçler ek modüler uygulamalarla hızlanır, ilk seri hareketlerinde üretilen iç mekanlar giderek dökülüp çatallanır ve sonuç olarak daha önce içi dışına çıkmış olarak tabir edilen hacimlere dönüşmektedirler.

Kolombiya’da değişim, hız ve hareket evreleriyle başlatılan Dougliš’in stüdyo araştırmaları nihayetinde başlangıçtaki durumları tahliye edilen, yavaş ve

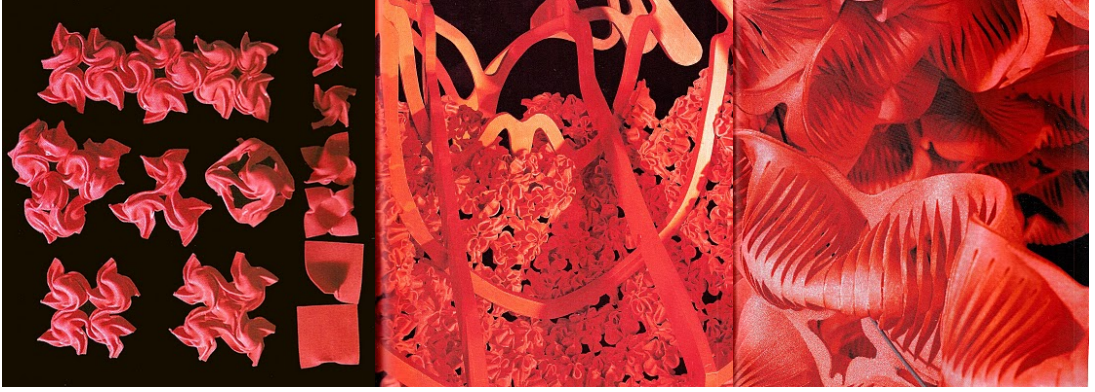
metodolojik bir çalışmayla birlikte ani ve nihai bir varyasyonla kapatılan dönüşümleri olan mekanları ve hacimleri tanımlar.



řekil 3.37 : Dougliš'in Stüdyosunda üretilen ğrenci alıřmaları-2 (Dougliš, 2009).

Dougliš tasarım stüdyosuna stüdyo demektense labarotuar demeyi tercih eden yrtclerden biridir. Stüdyonun profesyonel uygulama modeli üzerine bağlılığını azaltarak hatta bunu hiç kullanmayarak zaman zaman oldukça kullanışlı binalar üreten Dougliš öğrencilerini derin mekansal karmaşıklıkla fakat çok az mimari varlık veya kullanımla eserler üretme konusunda yönlendirir. Kolombiya'nın ilk yıl mimari programının ölçütü olan Dougliš'in stüdyoları geleneksel olarak mimari ürün

niteliğinde değil, ancak mimari ürünlerin mekansal mantıklılığının ve mimarlık tarihinin en önemli yönlerinin incelemesinin habercisidir.



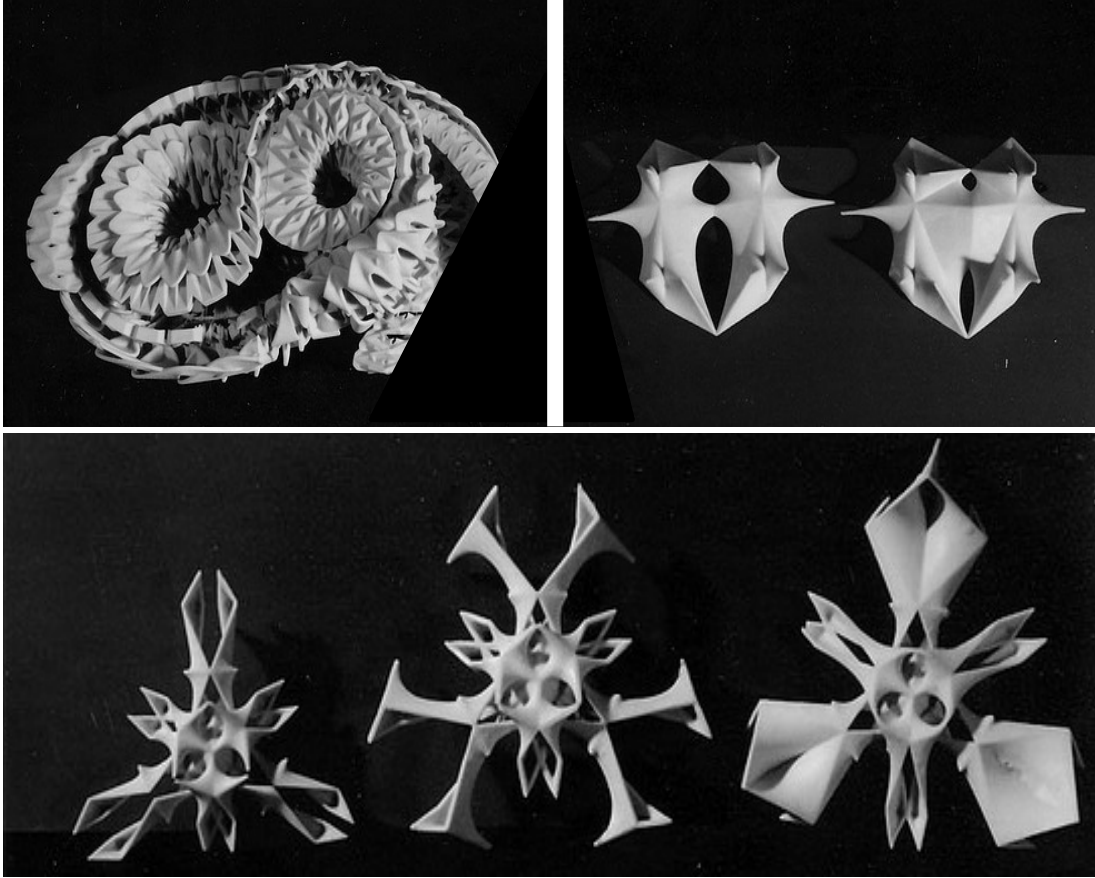
Şekil 3.38 : Douglis’in Stüdyosunda üretilen öğrenci çalışmaları-3 (Douglass, 2009).

Burada gösterilen projeler harekete ve olayların dönüşümüne dayanmaktadır. Ancak Douglass’in stüdyoları diğer stüdyolardan, hareket unsurlarının salt bu birleşik unsurlarla değil aynı zamanda sıklıkla bastırılan mekan özelliklerini açığa çıkarma arzusuyla dönüştürülen mekan ve hacim anlayışıyla harmanlanması yönüyle ayrılabilir. Douglass’in stüdyolarının ve kendi çalışmalarının en önemli yönü budur. Projelerindeki topolojik nitelikler matematiksel olarak evrensel olmakla birlikte her zaman için “bir fikri ima eder” (*undertone*).

Biyolojik konulara değinilen stüdyolarda topoloji zaman içinde formların organik dönüşümlerini tanımlayan bir terim haline gelmiştir. Evan Douglass’in stüdyolarında “Genetik Mimarlık”la kurulan ilişki bundan ibaret değildir. Genetiğin matematiksel yönünü varyasyonları ve kombinasyonları birer çeşitlilik ve doğal seleksiyon unsurları gibi kullanmaktadır. Douglass’in stüdyoları bu kullanımların her birinden nasibini almıştır, ancak çalışmaları ironik bir şekilde mekanı zamandan ayrı olarak tanımlayan metafiziksel yönüyle diğerlerinden ayrılır. Burada sözü geçen mekan topolojik süreçlerden, zamana dayalı operasyondan doğan ama aynı zamanda kendi içinde zamana dayalı olmayan bir mekandır.

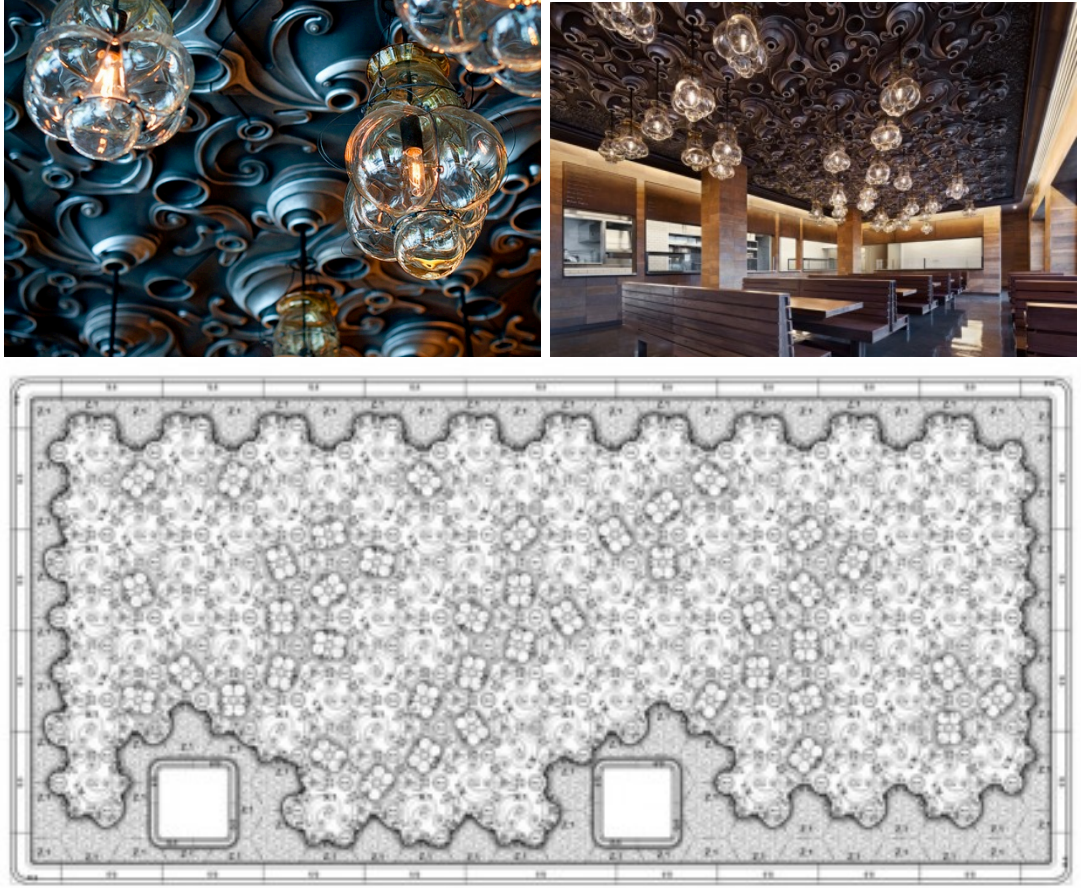
Douglass’in Pratt Enstitüsündeki çalışmaları çerçevesiz bir mekan ve kentin evrimsel anlayışını içermektedir. Bir diğer deyişle, mimari kendi içindekileri dışına çıkarır ve özneyi daha geniş bir alana yayar. Zaman her bireyin içinde, açığa çıkarılmış mekan ve koloktif bireylerin toplamının içindedir. Herkes bir kökendir, ancak kökenler korunduğu sürece herkes bir “öteki”dir. Ironik olarak bu Picasso’nun 1920’lerin

başlarında başvurduğu post-kübit hareketsizlik, dinginlik gibi görünmektedir. Kübizmin analitik ve sentetik aşamalarının ardından yapılan eserlerde anlatı ve onunla birlikte zamanın ardışıklığı ve doğrusallığı geri gelmektedir. Bu çalışmaların kökeninde her öznenin harekete doğru bir meyili olan içkin bir kuvvet olarak algılanması vardır. Karakter resim düzleminin önünde belirir ve bu öznenin hareketi ayrılmış olmasına rağmen kapladığı alanı yeniden yapılandırarak potansiyele sahiptir. (Bell, 2009)



Şekil 3.39 : Douglas’ın Stüdyosunda üretilen öğrenci çalışmaları-4 (Douglas, 2009).

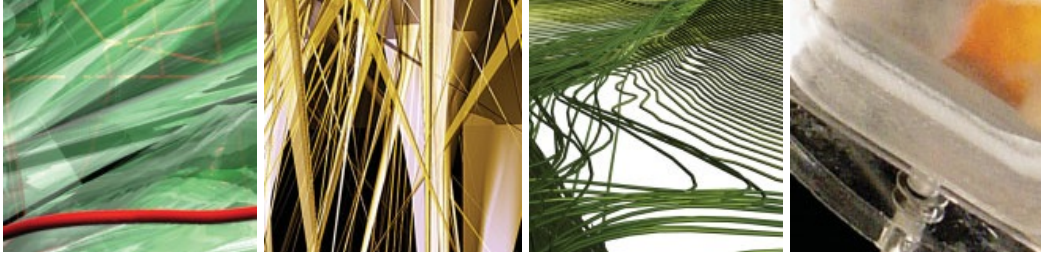
Evan Douglas’ın 2010 yılında restoran tasarımı dalında ödül aldığı “Choice: Kitchens and Bakery” isimli projesi (Şekil 3.40), gittikçe artan karmaşıklığın bir göstergesidir. “Choice” restoran için modüler tavan sistemi ve özel avizeler seri olarak üretilmiştir. Böyle bir mimarlık için karışıklık, animasyon, form ve malzeme etkilerinin potansiyel olarak sınıandığı söylenebilir. Sarmal biçimde kıvrılarak dönen formlar barok ve rokoko tarzını çağırıştırır. Burada ileri düzeydeki fabrikasyon teknolojisi göze çapmaktadır.



Şekil 3.40 : “Choice: Kitchens and Bakery” Restaurant tasarımı (Dougkis, 2010).

3.1.8. Neoplazmatik Tasarım (*Neoplastic Design*)

‘Architectural Design’ (AD) dergisinin Neoplazmatik Tasarım (*Neoplastic Design*) temalı sayısında derginin editörü Castle bu başlığın mimari açıdan çok provokatif olduğunu belirtmiştir ve mimarinin geleceği için tamamen yeni bir önerme olduğunu söylemektedir. Bu sayıda “Neoplazmatik Tasarım”ın maddesi (nesnesi) nedir ve ne olmalıdır?” sorusunu yöneltmektedir. Aslında neoplazmanın tıp literatüründe kastedilen anlamı tümördür. Ancak burada sanatçılar ve araştırmacılar adına daha geniş bir tanımdan bahsedilmektedir; Yarı-canlı (*Semi-Living*) varlık olarak neoplazma diğer bio- mimari kompozitlerden tutunda gerçek dokulara kadar uzanan bir yelpaze içinde yer almaktadır. Mimarlık bildiğimiz üzere her nekadard ahşap, tuğla, çelik ve beton gibi cansız malzemelerle sınırlı olsada neoplazmatik tasarım kültürlenmiş bitkiler, yosunlar ve etler (flesh) bağlamında değerlendirilir.



Şekil 3.41: Doku Örnekleri, Neoplazmatik Tasarım, (Castle, 2008)

Bu yaklaşımlar Biyolojik Genetik Mimarlığın uygulama araştırma alanları bulduğu konusunda ipuçları vermektedir. Londra'daki Bartlett Mimarlık Okulunda (*Bartlett School of Architecture*) Marcos Cruz ve Steve Pike yürütücülüğünde bir mimarlık stüdyosu araştırması olarak diploma stüdyolarında projelendirilmektedir. Ancak bu grubun çalışmaları diğer Genetik Mimarlık üzerine araştırmalar yapan yada bu konuda stüdyoları olan mimarlık okullarıyla ortaklaşa yürütülmemektedir. Daha çok tıp biliminden beslenen bu araştırmalar gerçek canlılar ve laboratuvar ortamında yaratılan gerçek dokular üzerinden yapılmaktadır.

Londra UCL'de, (*University College London*) mikrobiyolog Profesör Conrad Mullineaux ve mikrobiyoloji bölümü, proje temaları mikrobik materyalin kullanımını keşfetmek olan Bartlett Mimarlık Okulu ile yaygın olarak işbirliğinde bulunmuştur. Tasarım stüdyosu ve laboratuvarı, farklı bir tasarım perspektifi edinme eksperimentasyonu, bir tek bünyede bulunmak üzere birleşmişlerdir. Mikro-organizmaların manipülasyon ve kontrolü gibi önemli bir konu, bu sürecin ilk safhalarından itibaren görünür olmaktadır; çünkü onun yokluğu gerçek bir tasarım müdahalesini olumsuzlamaktadır.

Uygulamaları ve sonuçları önemli ölçüde farklılaşan tasarım manipülasyonunun meydana geldiği oranlar arasında bir ayrım yapılması gerekir. Nano mikro ve makro oranların mikrobiyolojik oransal ayrışması, tasarımcılar için uygun düşmektedir; ancak tasarımcılar çok nadiren de olsa nano oran ile ilgilenmektedir. Genellikle geleneklerimiz, yalnızca son zamanlarda ortaya çıkmış olan, fakat hâlâ belli bir tipe uygun özellikte olmayan (örnek dışı) makro oran ile bağlantılıdır ve daha küçük oranlara baskı yapmaktadır. Hücre altı seviyeye müdahale, bazı durumlarda mesela genetik mühendisliğinde olduğu gibi maksat tasarımıyla net bir şekilde alakalı olsa da çoğunlukla biyologların, kimya mühendislerinin veya madde mühendislerinin alanında kalmaktadır. Mikro hücresel oranda bulunup, makro daha büyük her şeyin

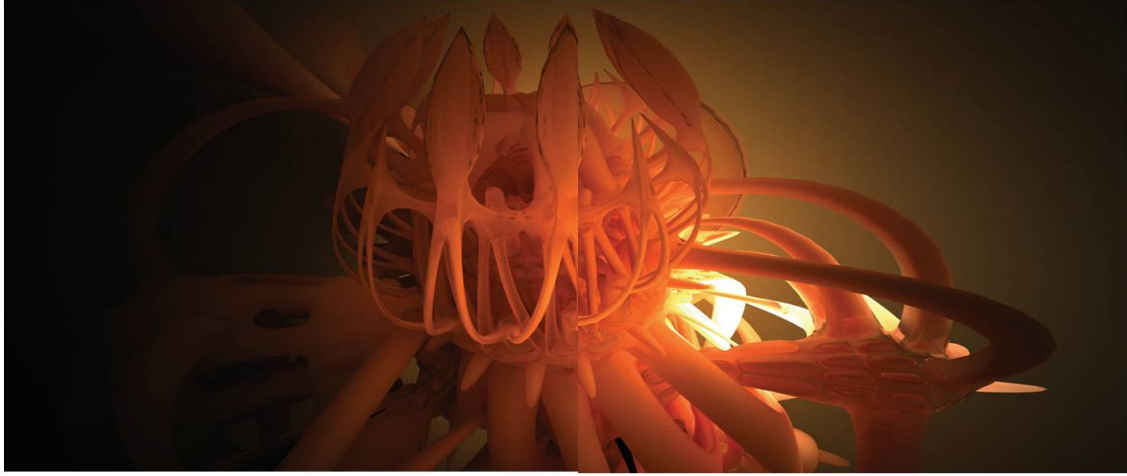
geniş kategorisini kucaklayacak şekilde olduğu için, mikro ve makro oranlar görsel anlamda en uygun potansiyeli sunmaktadır. Mikro oranda (hücreler ve hücrelerin toplanmış kolonileri) tasarımın temel olarak çevresel koşulları kontrol edilerek uygulanırken, makro oranda bu kavram cihazları/aparatları ve birleşik sonucu destekleme için gereken altyapıyı içerecek şekilde genişletilebilmektedir. (Cruz ve Pike, 2008)



Şekil 3.42 : Kemik Gelişimi Projesi, Jia Lu, Unit20, 2001-02 (Cruz ve Pike, 2008).

Vücut, yeniden meydana gelen ve kendini yenileyen bir bölge olmasının yanında, aynı zamanda çözülür, dağılır ve bozulur. Vücut uzuvları kendi orijinal bağlamları dışarısında farklı konfigürasyonlarda geliştirilebilmektedir. Birtakım hücreler sürekli olarak kendi orijinal vücutlarının dışarısında 60 yıldır geliştirilmektedir. Karmaşık organizmalarda bulunan hücreler yalnızca vücudun dışarısında canlı olarak sürdürülebilmekle kısıtlı değildir; fakat aynı zamanda gelişebilir, bölünebilir ve işlev görebilirler. 1910'lu yıllarda Dr. Alexis Carroll "doku kültürü" diye adlandırdığı bir teknikle deneylerine başladığında bu durum keşfedilmiştir. Ancak, hücrelerin üç boyutlu olarak, eksik veya aksak vücut uzuvlarının yerine geçecek potansiyele sahip, işlevsel bir doku oluşturmak üzere geliştirilebildiğinin fark edilmesi ancak 80 yıl sonra olmuştur oda 1990'lı yıllarda denk düşmektedir. Bu gelişme, cerrah Dr. Joseph Vacanti ile materyal bilim insanı Dr. Robert Langer'ın işbirliği ile ortaya koydukları çalışma sayesinde anlaşılmıştır. Vacanti ve Langer gelişen bir doku için yapı iskelesi

olarak özellikle faaliyet gösteren, tasarlanmış, çözünebilir polimerler kullanan bir sistem geliştirmişlerdir. (Langer ve Vacanti, 1993)

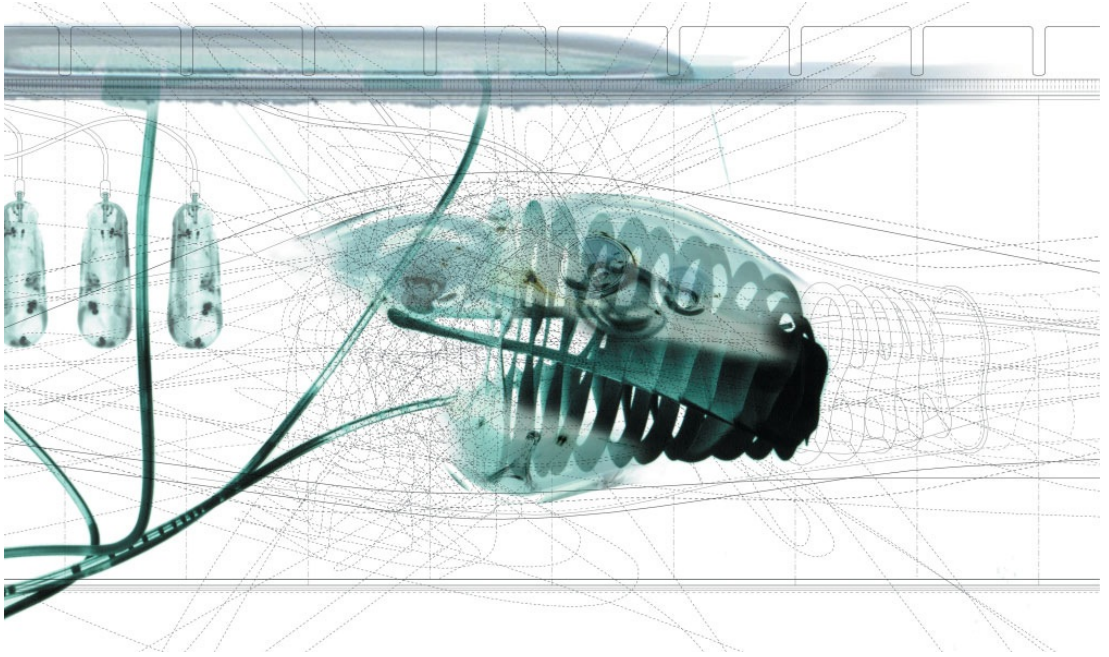


Şekil 3.43: Neoplazmatik Tasarım, Marcuz Cruz ve Steve Pike, (Castle, 2008)

Vacanti ve Langer "doku mühendisliği" terimini bulduktan 15 yıl sonra, üç boyutlu "işlevsel" dokuların geliştirilmesi artık biyomedikal dünyayla sınırlı olmaktan çıkmıştır. Doku mühendisliği, "biyoloji ve mühendislik prensiplerini, hasarlı dokunun yerine geçen işlevsel yedeklerin geliştirilmesine uygular." Kök hücre terapisi gibi yeniden üretilebilen tıbbın başka açıları, şifa verici klonlama ve hücre mühendisliği alanda git gide daha da fazla hüküm sürmektedir ve 1990'larda orijinal olarak doku mühendisliği için geliştirilmiş olan teknolojiler artık klinik olmayan sonuçlar için de kullanılmaktadır. Karmaşık organizmalara ait dokular ve hücreler biyolojik maddelerin üretimi için büyük miktarlarda yetiştirilmekte; karaciğer hücreleri zehirlilik sensörleri olarak işlev görmektedir; farklı kaynaklara (vücutlara ve organlara) ait farklı hücreler hayvan ve insan üzerinde yapılan ilaç denemelerine alternatif olarak çiplerde "hayvanlar" yaratmak için mikro-sıvısal odalarda birlikte geliştirilmektedir. Canlı dışı et, geleneksel et üretimine ciddi bir alternatif olarak değerlendirilmekte ve artan sayıda sanatçı, tasarımcı ve mimar uygulamalarının bir parçası olarak artık canlı dokularla çalışmaktadır.

Doku Kültürü ve Sanat Projesi (*Tissue Culture and Art Project - TC&A*) 1996'da sanatsal maksatlar için doku teknolojilerinin kullanımını keşfetmek, geliştirmek ve eleştirmek için kurulmuştur. Proje, temel olarak, yeni bir varlık/nesne ("yarı-canlı") sınıfının yapımı/geliştirilmesi yoluyla, insanların farklı yaşam gradientleriyle ilişkilerini incelemeye odaklanmıştır. Bunlar vücudun dışarısında canlılığını

sürdürebilen ve önceden belirlenmiş olan şekillerde gelişmeye mecbur bırakılan karmaşık organizmaların parçalarıdır. Anımsatıcı nesneler, köklerini derinlere salmış bir hayat ve kimlik algılayışı, “self” kavramı ve diğer canlılara ve çevreye göre insanın pozisyonu konularını sorgulayan elle tutulabilir örneklerdir. TC&A, kısmi hayat konusunu ve bize sunulan tartışılabilir gelecek senaryolarını çevreleyen yeni söylemler, yeni etik, epistemoloji ve ontoloji ile yakından ilgilenmektedir. Bu yüzden, TC&A, neredeyse yüz yıl öncesinden günümüze kadar gelmiş olan bilimsel araçları ve teknikleri alt üst edip kullanarak doku geliştirmenin yeni yollarını araştırmış ve bulmuştur. (Catts ve Zurr, 2008)



Şekil 3.44 : Neoplazmatik Tasarım, Contaminant, Marcuz Cruz, 2003 (Castle, 2008).

1895’te Londra *Saturday Review*’de, “Bireysel Plastisitenin Limitleri” adlı, kısa bir metin yazan HG Wells, vücudun plastisitesine ilişkin bir örnek yaratmıştır. Wells şöyle yazmıştır: “Canlı bir varlığın, aynı zamanda bir hammadde, bir plastik olarak, şekillendirilebilen ve değiştirilebilen bir şey olarak görülebileceği gerçeğini çoğu zaman gözden kaçırmıyoruz.” (Wells, 1975)

Ezio Manzini ise şu soru üzerine kafa yormuştur: “Teknolojik bilimin yaygın nüfuzunun, günlük yaşamımızdaki ürünler üzerindeki antropolojik etkileri nelerdir?” Sonra da şu senaryoyu öne sürmüştür:

Nesneleri kendi kullanımımız için araçlar olarak değil, birbirine fiilen bağlı olan ve bakıma ihtiyacı olan varlıklar olarak düşünün. Nesneleri bahçemizdeki bitkiler olarak düşünün.

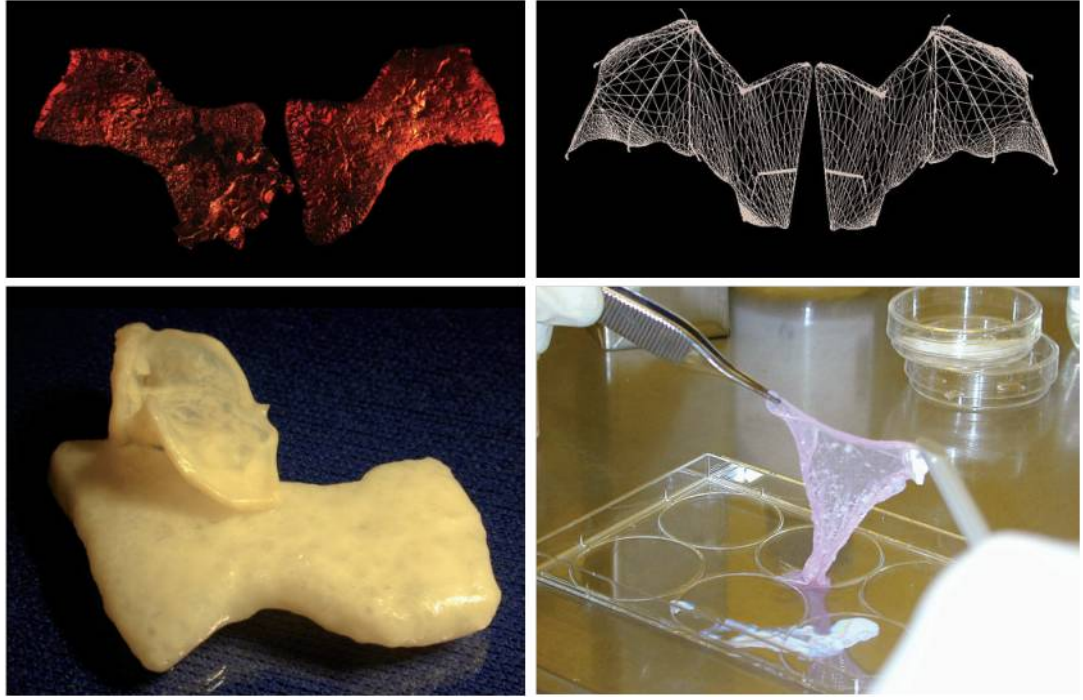
Nesneleri kendi bahçenizdeki güzel ve faydalı ağaçlar olarak düşünün. Dayanıklı, kendine ait bir hayatı olan, çeşitli hizmetler gören ve bakıma ihtiyacı olan nesneler. Bir bahçedeki gibi, kendine özgü bir çeşitliliği, karmaşıklığı, hayatı olan güzellik ve fayda harmanı nesnelerin ama aynı zamanda yaygın olarak şiddetle yapay bir dünyanın, gerçek dünyanın ürünü olan nesnelerin sistemine götüren kalite ölçütlerini düşünüyorum. (Manzini,1992)

Yapılan ve geliştirilen dünyamız hakkında bu iki düşünce biçimini doku mühendisliği bağlamında kombine eden Oron Catts, 1996’da şu soruları sormuştur:

Eğer vücudun dışarısında bir organ kadar karmaşık bir organ geliştirebiliyorsak, niçin bu organı vücuda yeniden ekleyelim ki? Bir organ kadar karmaşık bir şeyi geliştirerek, uzun zaman boyunca canlı tutabiliyorsak, niçin orijinal tasarıma sadık kalalım ki? Eğer bu mümkünse, niçin kullanımımız için aletler geliştirmiyoruz/inşa etmiyoruz? Ve eğer bu mümkünse, asıl önemli soru şu: Bu yolu izlemeli miyiz? (Catts, 1996)

Bu soru birçok sanatsal araştırma projesinin yaratılmasına yol açmıştır. Yarı-canlı Worry Bebekler (2000), Domuz Kanatları (2000-2001), Ekstra Kulak – ¼ Oran (2003) ve Yarı-canlı Yiyecek: “Bedensiz Mutfak”(2003) ve Kurbansız Deri (2004-2008) son derece ironi barındıran, dokuları inşa edilmiş olan canlı dışı et ve deri yaratımını içeren Catts’in (1996) tabiriyle “teknoloji araçlı kurbansız ütopya” ile ilgili çalışmalar serisi, bu projelerden bazılarıdır. Bu projelerin hepsi, uygun hücrelerle birlikte ekerek ve onları uzmanlaşmış biyoreaktörlerde geliştirerek, arzu edilen şekilde, üç boyutlu polimer yapı iskelesi inşa etmek için benzer işlemler kullanmıştır. Bazı üç boyutlu formlar (1/4 oranlı kulak ve domuz kanatları gibi) CAD/CAM kullanarak sağlanmıştır (Şekil 3.45). Bazıları ise, el işi ile yapılmış veya polimer ilmekleri yapraklarından şekillendirilmek üzere kesilmiştir. TC&A’nın canlı, dokusu inşa edilmiş yapıları veya “yarı-canlı heykelleri” sergilemek için, kimi zaman galerilerde konum-spesifik laboratuvarlar tasarlamak ve inşa etmek gerekmektedir. Biyoreaktörler yarı-canlı heykellerin sanatsal bağlamda gösterilmesiyle ilgili özel gerekliliğe cevap vermek üzere tasarlanmıştır.

Amaç, yeniden bir tüketici ürünü sağlamak değil, diğer canlıların maruz kaldığı kötüye kullanılma hakkında itirazda bulunmaktır. Sanatçının rolü, olası gelecek hakkında sembolik ama elle tutulabilir örnekler üretmek ve bu yeni formların, kültürel hayat algılayışımız üzerindeki potansiyel etkilerini araştırmaktır. Sanatçının rolü, insanlara günlük kullanımları için eşyalar sağlamak değildir. (Catts ve Zurr, 2008)



Şekil 3.45 : Domuz kanatları deneyi (Catts ve Zurr, 2008).

Sanatın bir rolü “inşa halindeki dünyalar” hakkında senaryolar öne sürmek ve tartışılabilir nesneler yaratma amacıyla teknolojileri yeniden şekillendirmektir. Yarı-canlının anımsatıcı sanat “nesneleri” olarak ortaya çıkmasına ve çoklu-basamaklı kullanımına neden olan şey bu roldür.

Belirli mikro-organizmaları hedef alarak ve uygun değerde çevresel koşulları sağlayarak, oran ve büyüme oranı meseleleri bir dereceye kadar üstesinden gelinebilir. Sosyal genetik mühendisliği durmaksızın ihtilaflı olsa da, hücrealtı seviyede modifikasyon, önemli artırımlar vaat etmektedir.

Aniko Meszaros ve Sean Hanna’nın çalışması, 1999 yılında İtalya’da yapılan bir yarışmada birincilik kazanmıştır (Şekil 3.46). “İç içe Örülmüş Genetik Tasarım Alanları” girişi aracılığıyla, tasarımın oran ve zaman konularıyla yüz yüze gelmiştir. Meszaros ve Hanna, mimari maksatla biyoteknoloji araçlarını kullanarak, genetik olarak tasarlanmış organizmalardan oluşan canlı, çok büyük bir kara kütlesi üretilmesini teklif etmişlerdir. Otomatik laboratuvar makrofitler (siyanobakteri ve alglerden kaynaklanan özellikle makrohücrel organizmalar) inşa eder ve onları, önceden programlanmış orijinal türler üretmek için, seçilmiş bir bitki DNA’sıyla kombine etmişlerdir. Yüzen bir basınçlı kablo ağı, canlı materyalin Venedik Lagünü’nü kolonize ettiği, devirli otojenik reproduksiyonla sonuçlanan altyapıyı

sağlamıştır. Filamentöz örülü büyüme işi yürütürken, tasarlanmış müdahale yaşanabilir çok büyük bir kara kütesinin otonom gelişimine yol açmaktadır.

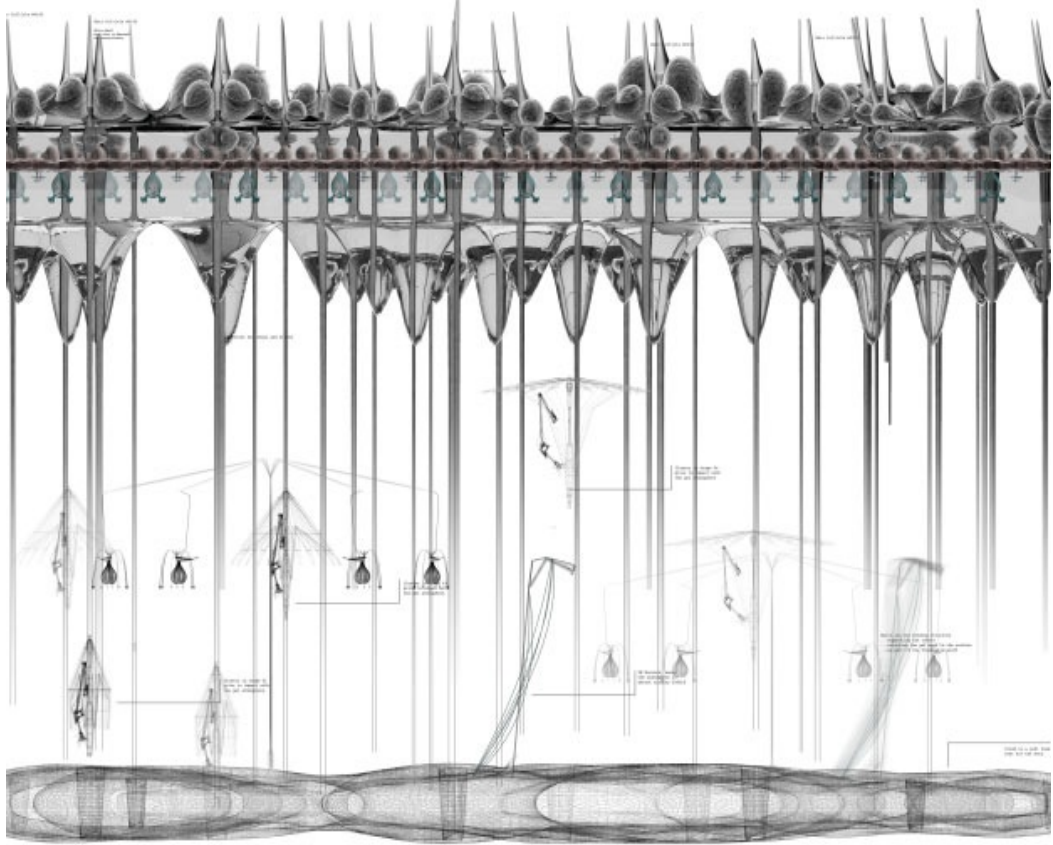


Şekil 3.46: Aniko Meszaros and Sean Hanna, İç İçe Örülmüş Genetik Tasarım Alanları: Canlı Yapay bir Peyzaj, Venetian Lagoon, Italy, 1999, (Cruz ve Pike, 2008)

Canlı materyalin gerçekçi bir şekilde kısmi kontrolü gerçekleştirilebilse, o zaman izleme kapasitesi hayati öneme sahip olur. Kompozit yapı içindeki büyüme ilerlemesini gözlemlemek ve sonucu etkilemek için kolaylaştırıcıların veya inhibitörlerin teslimiyle reaksiyona girmek, sınırlanmamış mikrobik faaliyeti önlemek için kritik öneme sahiptir. Mikrobiyolojik pratik konusundaki son zamanlarda kaydedilen gelişmeler morfometrik veri toplama yollarını iyileştirmiştir. Optik teknolojilerdeki ilerlemeler, ve ayrıca fizikçiler ve matematikçilerle yapılan disiplinlerarası işbirliği, özellikle biyoloji ve mikro-organizmaların hücre biyolojisi alanlarında ilerlemeye yol açmıştır. Otomatik bir destek sistemi hemen bir izleme sensörüne bağlanabilir. Mullineaux (2008) bunu şöyle açıklamıştır: “Genellikle sıvı kültürlerindeki mikrobik büyüme, sıvının bulanıklığını ölçerek izlenebilir. Bu kolaylıkla otomatik hale getirilebilir; yalnızca ince bir ışık huzmesini diğer tarafında detektör olacak şekilde sıvının içinden parlatmanız yeterlidir. Kemostatlar bu şekilde çalışır ve taze araç tedarikinin kontrolünü ve atık kültürün kurutulmasını sağlar”

Kısmen canlı mimari yapıların yaratılması; doğal sistemlerin kullanılması fırsatını, yapay olarak üretilmiş sistemlerde neredeyse evrensel olarak hiç görülmeyen doğal dinamik mekanizmaların belirsiz ve hemen tepkime ile meşgul olma fırsatını sunmaktadır. Doğal sistematik sürecin tahmin edilmesi, insan yapımı yorum amacıyla en değerli ve önemli çağdaş mimari incelemeler arasında kalmaktadır. Ancak, bu soyutlama, canlı organizmaları direkt olarak meşgul etmez ve içine almaz. Bazı faydalardan feragat ederken bu canlı materyalin ortaya çıkardığı tahmin edilemezlik derecesinden kaçınır. Mikro-organik maddeyle tasarım yapmak, canlı

organizmaların self-organize süreçlerinin entegrasyonu ile birlikte disiplinlere ait sınırların ve sorumlulukların kaçınılmaz olarak birleştiği gibi alternatif bir yaklaşım gerektirir ve tasarımcı adına tam ve kesin kontrolden feragat etmeyi dikte eder. (Cruz ve Pike, 2008)



Şekil 3.47: Hüresel Büyüme Gelişimi Projesi, Samuel White, Unit20, Bartlett School of Architecture, 2003-04, (Cruz ve Pike, 2008)

3.2. Genetik Mimarlık Teknolojileri

Materyal bilişim ve dijital bilişim farklı kavramlardır ancak, bilgisayarın hükmettiği bir çağda hiç de şaşırtıcı olmayarak, materyal bilişime olan ilgi dijital bilişime olan ilgiyle eşleştirilmiştir. Git gide artan bir şekilde, mimarlık tasarım kültüründe şahit olduğumuz performansa ilişkin dönüm noktası yeni dijital teknikler aracılığıyla keşfedilmektedir. Bunlar, form üreten programların manipülasyon ve kullanımında, L-Sistemlerden hüresel otomataya, genetik algoritmalara ve multi-ajan sistemlerine kadar uzanmaktadır. Bu sistemler, aşamalı tasarımcılar tarafından yeni bir form jenerasyonu üretmek için; anlamak, denemek ve zaten tasarlanmış olan yapıları değerlendirmek için kullanılmaktadır. Bunlar şöyle listelenebilir;

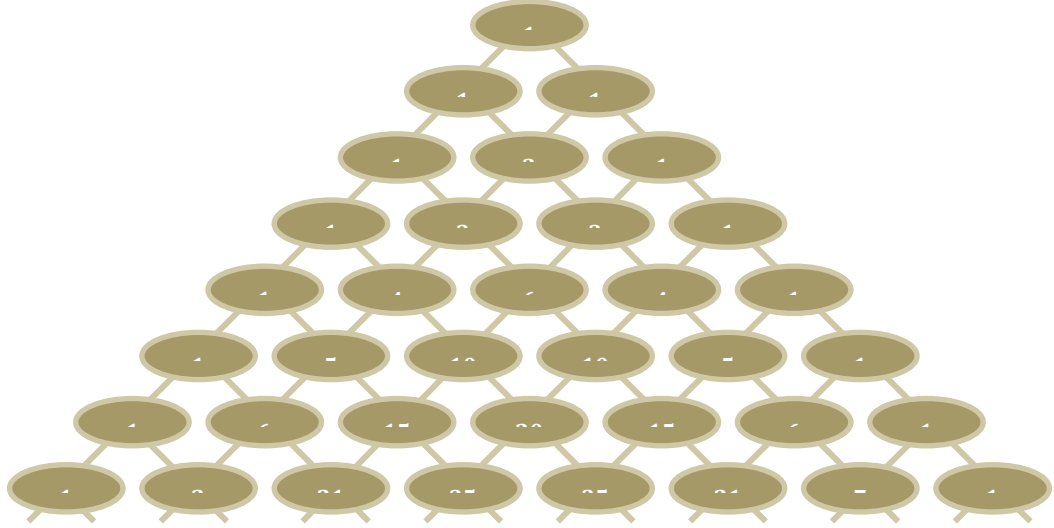
- L-sistemler
- hücresel otomata
- genetik algoritmalar
- multi-ajan sistemler

Genetik algoritmaların probleme yaklaşımı, eldeki problemi evrimsel sürece tabii tutarak çözüme ulaşmak şeklindedir. Darwin'in evrim kuramı bilişim dünyasında oldukça yeni yaklaşımların doğmasını sağlamıştır. Bu kuram göz önünde bulundurularak biçimlenen bu evrimsel bilgi işleme tekniği, geleneksel yöntemlerin çözmekte zorlandığı karmaşık problemlerin çözümünde kullanılmaktadır. Bu problemlerin hemen hemen hepsi çok geniş bir çözüm havzasının taranmasını gerektirmektedir. Bu çözüm havzasının geleneksel yöntemlerle taranması çok uzun sürmektedir. Genetik algoritmayla ise kısa bir sürede kabul edilebilir bir sonuç alınabilmektedir.

Genetik evrim; yapay dünyada genetik algoritmalar ve genetik programlama ürünlerinin oluşturulması için temel kavramlardan biri olarak tanımlanmıştır. Holland'a göre, (1975) Evrimin amacı, "döl"ü üretebilen farklı bireylerin karakteristiklerinin kombinasyonudur. Her yeni nesilde, karakteristikler evrim geçirmekte ve daha iyi çözümler üretmektedirler. Genetik Algoritmalar'ın ihtiyaç duyduğu şey problemin karar değişkenlerinin uygun bir yöntemle kodlanması ve neyin iyi olduğunu Genetik Algoritma'ya belirtmek üzere tasarlanan bir uygunluk fonksiyonunun ortaya konmasıdır. Genetik Algoritma'lar çözüm uzayını taramaya bir topluluk ile başladıkları için en iyi çözüme ulaşmak diğer yöntemlere göre daha kolay olmaktadır. Genel olarak en iyi çözümü bulmayı garanti etmezlerse de buna yakın bir sonucu bulduğu bir çok araştırmayla ispatlanmıştır. Genetik Algoritma'lar bir topluluk ile başlar ve bu topluluk üzerinde "çaprazlama", "seçme" ve "mutasyon" gibi yöntemlerin uygulanmasıyla problemin her aşamasında en iyiye doğru gidiş sağlanmaktadır. (Goldberg, 1989)

Hücresel Otomata (*Celluar Automata*) çok sayıda homojen etkileşimlerde, olayların veya tanımlanan konuların hücreler şeklinde bölünmesi ve her bir hücrenin, yanındaki diğer hücrelerin durumuna bağlı olarak gelecekteki durumunun

belirlenmesinde kullanılan bir işletim sistemi ve bir geri dönüşüm mekanizmasıdır. Polonyalı Matematik teorisyei olan Sierpinski'nin “Hücresel Otomata”yı bilimin geçmişinin başlangıç noktası olarak kabul etmektedir. Bir anlamda Paskal Üçgeni (Şekil 3.48) ilk hücresel otomatadır. Son dönemlere gelene kadar Konrad Zuse, Stonislaw Ulam, John Van Neumann tarafından hücresel otomata üzerine yapılan çalışmalar ilk hesaplama makinalarının üretilmesiyle yakından ilgilidir. Günümüzde hücresel otomata, fizik, kimya ve biyolojiden uçak ve gemi dizaynındaki hesaplanabilir sıvı dinamiklerine, felsefe ve sosyolojiden, coğrafyaya ve şehir planlamaya kadar birçok bilim ve teknolojiye önemli bir modelleme ve simulasyon aracı olarak kullanılmaktadır. Hücresel otomata, geleneksel tek merkezli şehirlerin, post-modern çağda (Bilgi çağı) çok merkezli olarak planlanmasına da olanak tanımaktadır (Wu, 1998).



Şekil 3.48 : İlk hücresel otomata olarak kabul edilen Paskal Üçgeni

Bir hücresel otomata aşağıdaki temel özelliklerle karakterize edilir:

- Düzenli hücre kafeslerinden oluşur,
- Gelişim zaman etaplarında meydana gelir,
- Her hücre bir durumla karakterize edilir,
- Her hücre, sadece hücrenin durumuna ve sonlu komşu hücre sayısına bağlı olan aynı kurala göre gelişir,
- Komşuluk ilişkisi lokal ve birbirine benzerdir.

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

Temel bilimlerde önseziden son bir karara ulaşılırken ve şüphe uyandıran bir konuya cevap aranırken, araştırma sürecinde çeşitli değişkenler arasında ilişkiler kurulur. Bunun için basit bir analizin ötesine geçmek gerekmektedir. Bunu yapmak için de yeni araçlara ve yöntemlere ihtiyaç vardır. Arnal'a (2003) göre bu durumda, araştırma, tıbbi bir inceleme gibi, bir konunun derinlemesine irdelenmesi; arama anlamında araştırma katillerin bulunması için yapılan soruşturma; bir keşif vasıtası olarak arama; farmasötik ürünlerin keşfedilmesi için bir vasıta olarak araştırmalıdır; Colombo gibi televizyon dizilerinde ya da Sherlock Holmes gibi romanlardaki gibi, araç değil de başlı başına bir amaç haline gelen arama; bilinmeyen değişkenleri çözmek amacıyla karmaşık sistemleri birleştiren mimari kuramlardaki köprü görevi gören arama (örneğin MVRDV (veri görüntüleme/inceleme - datascaping) Greg Lynn (veri bulma - datamining), Actar Arquitectura (veri biçimlendirme - dataforming), Shigeru Ban (veri somutlaştırma - datamaterializing) gibi şekillerde tanımlanabilir (Arnal, 2003).

İnşa edilmiş mimari bir yapının herhangi bir malzemesine veya bileşenlerine özgü doğal özellikler incelenirken bu malzeme ya da bileşenin uyum sağlama ve dönüşüm kabiliyetleri göz önüne alınmalıdır. Bu bir şeyler meydana getirmek için, aracı olan öznel tutumlar, optimum şekiller olmadan bir inceleme yöntemi uygulamaya benzer. Bu işlemler genelde yanıltıcı olmuştur ve başarılı mimari eserler ortaya çıkarmamıştır. Bu süreçlerin izlendiği projeler otomatik, neredeyse mühendislik eseri niteliğinde olmuştur. Buda bazen, bütünün parçalarının kendilerinden beklenen

görevleri yerine getirdiği; ancak bütünün korkutucu olduğu durumuna benzeyen bir sonuç ortaya çıkarmıştır.

Bu araştırmalar her ne kadar muazzam görünse de yapılı çevreyi insan fenotipinin bir uzantısı olarak gören mimarlar ve kentsel tasarımcılar arasında biyolojik metaforla yeni paradigmalara dayanan bilimsel analizi ilişkilendirme çoktan başlamıştır. Gerek proje gerekse yapı aşamasında biyolojik benzeşimin uygulanması tüm proje döngüsünü hatta binaların “yaşamını” bile etkileyebilir. En iyi örneklerden biri de “miras”, “varyasyon” ve “seleksiyon”un doğal süreçlerinden ilham alan, optimum sonuçlar elde etmek için kullanılabilen genetik algoritmalar (Şekil 3.49). Genetik algoritmalar çok sayıda değişken içeren problem silsilelerini çözmek üzere yalancı kodlar kullanılarak kavramsal sürecin herhangi bir safhasında manuel olarak da uygulanabilir. Doğurgan bir metodolojiyi teşvik etmenin yanı sıra bu araştırma metotları sonsuz değişkenler alanındaki arama süreçlerinin yalnızca optimizasyon yoluyla yürütülebileceği gerçeğinin de altını çizmektedir. (Costa, 2009)



Şekil 3.49 : Genetik mimarlık çalışmasında genetik algoritma kullanımı (Chu,2005).

Buna bir örnek olarak canlı varlıklarda saptanan işlevsel prensiplerden türetilen bir yapının yapısal biyolojik benzeşimleri gösterilebilir. Gerginleştirilmiş yapılar, şişirilebilirler, morfo-dirençli iskeletler ve hatta jeodezik yapılar gibi hafif yapılar

bunlara verilecek iyi örneklerdendir. Bunların tasarımlarının amacı maksimum verimlilik, morfolojik olarak çok yönlüdürler, geri dönüştürülebilir ve düşük bir küresel etkiyle biyolojik döngülere dahil edilebilirler. Mimarın belli bir çözümü yeniden yorumlama kapasitesi hem referans hem de tasarlanmış modellerde bulunabilen bir dizi değişkenlere dayanmaktadır. Bu değişkenlerin içinde malzemelerin spesifik özellikleri, yapı veya üretim teknikleri, kullanılan teknolojiler, uzmanlık bilgisi ile deneyleme ve optimizasyon kapasitesi de vardır. Bu da son yıllarda biyonik araştırmacıların metodolojisindeki değişimi ve formların benzeşimlerinin gelişiminden formlar ve süreçlerin gelişimine geçişteki bilgi teknolojisinin önemini vurgulamaktadır.

Rekombinasyon ve mutasyon süreci yoluyla genlerin daha sonra çevre tarafından deneye geçirilecek çeşitli çözümler bulduğu söylenebilir. Eğer bu çözümler avantajlıysa canlı varlık hayatta kalıp, belli bir popülasyondaki uyum sağlayabilme özelliklerini arttırarak çoğalacaktır. Sibernetik alanında alınan karmaşıklık ve öz düzenleme çalışmaları ekosistemdeki mevcut etkileşimlerin benzerini oluşturma yetisi olan sanal organizmaları programlamaya yaramaktadır. Bu ekosistemleri dört boyutlu şekilde programlayıp görselleştirmek, kompleks elemanların daha basit elemanların birleşiminden oluştuğu mimarlık alanında keşfedilecek yeni bir potansiyeli getirmektedir. Daha somut bir bakış açısından paralel bir evrimin bu modellerinin analizi, evrilmelerini sağlayan üretken kapasiteleri ve adapte olabilme özelliklerini sıklıkla gösterirler. Bu aynı sistemler aynı zamanda kapalı kontrolün imkansızlığı ve bunun yol açtığı belli bir yöndeki optimizasyonun güç olması gibi bazı ortak dezavantajlar da sunmaktadır. Bunlar birey tarafından bilinmeyen bir popülasyon istihbaratının oluşumunun yaratan ve etkileşim halinde olan basit birimlerin popülasyon örgütleri, arılar, karıncılar, kuşlar gibi çeşitli canlı varlıkların yapılanmalarında görülen benzer ilkelerdir. Canlılıktan esinlenen mimarının dijital dalında, biyolojide mevcut olan süreçler biyolojik bir maddesel temelden kurtulmuş biçimsel bir temellere göre keşfedilmektedir, ki bu da soyut deneyimleri ve biyolojik bilginin aktarımını organizasyon ve yapının çeşitli mimari problemlerini çözmek üzere vurgulamaktadır. Dolayısıyla üretken süreçlerin bilgisayar simülasyonlarının mimaride kompozisyon ve organizasyon süreçlerine, tasarı ve hatta kentsel planlamaya daha yakın çözümler üretebileceği savunulabilir. Dolayısıyla biyolojik ve teknolojik olanın bağlantılı bilgi alanlar olduğunu

söylenbilir, ki bu da canlı ve yapılı olan arasındaki sınırların gittikçe daha da belirsizleştiğini kanıtlamaktadır (Arnal, 2003).

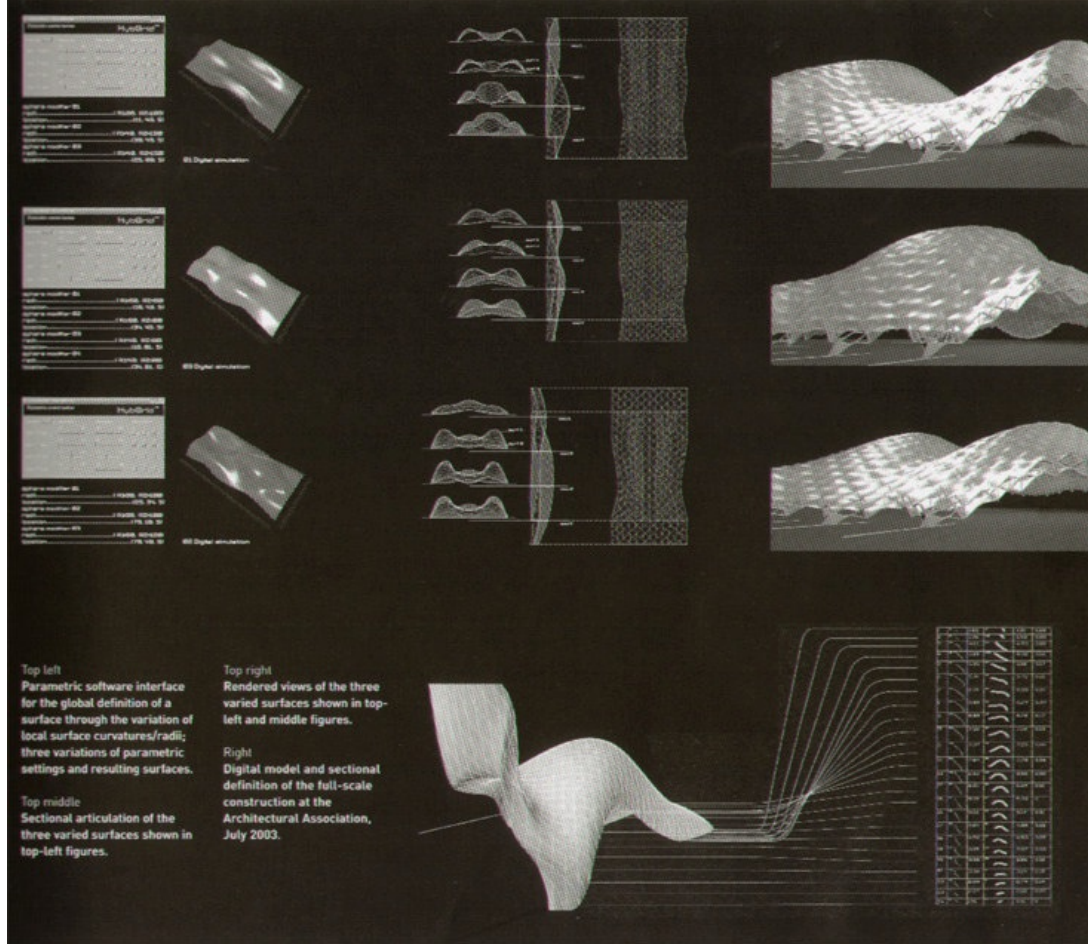
Estevez (2005) bugün bulunduğumuz yer itibarıyla yeni bir sayfa açtığımızdan basetmektedir dijital mimariye dönüşen dijital organisizmin bulunduğu başka bir sayfadan. Gaudí'den Calatrava'ya birçok mimarın yapmış olduğu eski biyomorfik çalışmalar geçtiğimiz yüzyılın bir bölümünü oluşturduğunu vurgular. 21. yüzyılda, biyomorfik mimarinin günün koşullarına uyarlanması sırasında mutlaka hem sibernetik-dijital hem de genetik çeşitli yeni teknolojik kaynaklar da işin içine girdiğini belirtir. “Çünkü yeni biyomorfizm akımı formlardan ziyade metotlarla ilgili” diyerek bu yüzyılda metodunda değişen bir şey olduğunu dolayısıyla genetik mimarlığın yönetsel değişimlerinde kapsadığından dem vurur. “Bu sebeple bu akıma hem Bernad Cache, Karl S. Chu, Kas Oosterhuis ve diğerlerinin yaptığı gibi nesnel bir bakış açısıyla hem de Dennis Dollens, Evan Douglass ve François Roche gibi sanatçıların yaptığı gibi, artistik bir bakış açısıyla yaklaşılabilir”

Günümüz mimarlık ortamında sadece son ürünün tasarlanması değil tasarım sürecinin de tasarlanabilir, kurgulanabilir olduğu çoktan kabul görmüş bir gerçektir. Tasarımı kurgulama olgusu beraberinde pek çok olguyu eş zamanlı düşünmeyi gerektirir. Genetik Mimarlığın hesaplama düşüncesi ve teknolojisi, mimari tasarımda bilgi akışının ve ‘süreç’in sistematikleştirilmesi ve berraklaştırılması doğrultusunda ciddi bir arayüz oluşturmaktadır.

“Pre-lab” sözcüğü, “prefabrike” sözcüğünün “pre-fab” olarak kısaltılmasını örnek alınarak “pre-laboratuvar”, yani önceden fabrikada değil, laboratuvar da hazırlanması durumunun kısaltılmışıdır. Genetik Mimarlık, “pre-lab” bir üretim gerektirir. Yapıyı oluştururken, önce laboratuvar ortamında gereken kodlamalar yapılır, sonra, gerçek fiziksel ortamda, kendi yaşam çevresinde denenir. Bu, gerçek malzemelerden, birebir ölçekte maket yapma süreci olarak düşünülebilir.

Günümüzde, bilgisayar ortamından tasarlanan yapı elemanlarına ait parçaların veya yapıların maketlerinin, CNC VE MJM makineleri ile üretim yönünde yazılımlar denenmiş ve başarılı sonuçlar vermiştir. Sayısal ortamda üretilen biçimler, boyutları sebebiyle, sadece parçalı halde üretilebilmektedir. Bir gün yapının tümünü bu şekilde üretilmesi hedeflenmektedir. Bu yöntem, biyolojik olmayan malzemeyi üreten

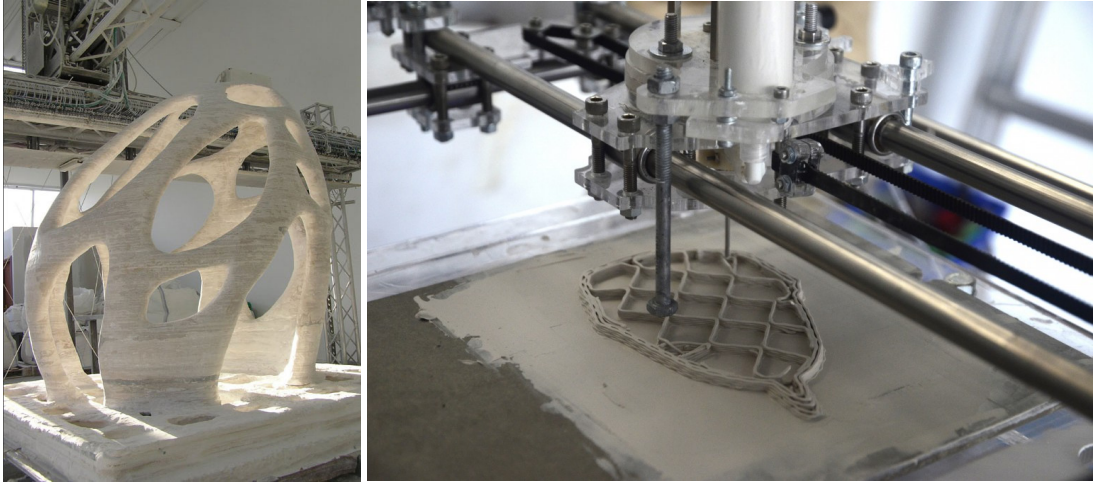
makinelerin davranışının kodlanması şeklindedir. Genetik mimarlıkta ise, makinenin değil, doğrudan malzemenin kodlanması söz konusudur ve üretimin, büyük fabrikalar yerine küçük laboratuarlarda gerçekleşmesi hedeflenmektedir.



Şekil 3.50 : Üretim kurgusunun adapte edilmesi (Weinstock, 2004)

Yeni teknolojiler sayesinde çeşitlendirmeler otomatik olarak yapılabildiğinden, bir makine için birbirine benzer 100 parça üretmek ile birbirinden farklı 100 parça üretmek arasında fark yoktur. Benzer olsun ya da farklı olsun, maliyet aynı olduğu için, günümüzün en büyük olgularından biri olan seri üretim önem kazanmaktadır. Buradan hareketle, başka bir konunun daha su yüzüne çıktığı söylenebilir: Bundan böyle mimarî dilin dönüşümü yalnızca kullanılan maddelerdeki değişimi değil, üretim süreçlerindeki değişimi de ifade ettiği düşünülebilir. Geçmişte klasik nesneler teker teker elle üretilirken, günümüzde modern nesneler seriler halinde, hepsi birbirinin aynı olacak şekilde makinelerde üretilebilmektedir. Burdan yapılacak bir çıkarsamayla gelecekte üretilecek olan Genetik Mimarlık nesnelerinin de seri olarak üretileceği, ama hepsinin birbirinden farklı olacağı öngörülebilir.

Doğanın dünyasından bakıldığında mimari mekanlar yeni çalışma imkanları yaratmaktadır: ekoloji, matematik, biyomühendislik alanları, üzerinde alternatif mimarilerin geliştirilebileceği bilimsel temeller haline gelmektedir. Bununla beraber, işin en zor yanı bu mimarileri gerçeğe dönüştürebilmektir. Tasavvur edilen yapılar/şekiller maddi modellere yüksek teknoloji vasıtasıyla dönüştürülmektedir. Bu durumda normalde otomobil, havacılık ve uzay sektöründe kullanılan hızlı prototipleme²⁵ makineleri kullanılmaktadır, çünkü bu mimari tasarımları gerçekleştirmek geleneksel modelleme araçlarının kapasitesi yeterli olmamaktadır. Maddi yapıları kontrol etmek için onları görselleştirmek ve vücuda getirmek gerekir. Dennis Dollens UIC programında dijitalle analogik arasında sürekli gidip gelme olarak tanımlanabilecek bu eylemi başarmıştır. Dollens mimari ve peyzaj tasarımı için önemli olan mekâna ve çevreye dair çeşitli sorunlarla ilgili çalışmak için tasavvur süreçleri ve elektronik tasarım üzerine yoğunlaşmıştır.



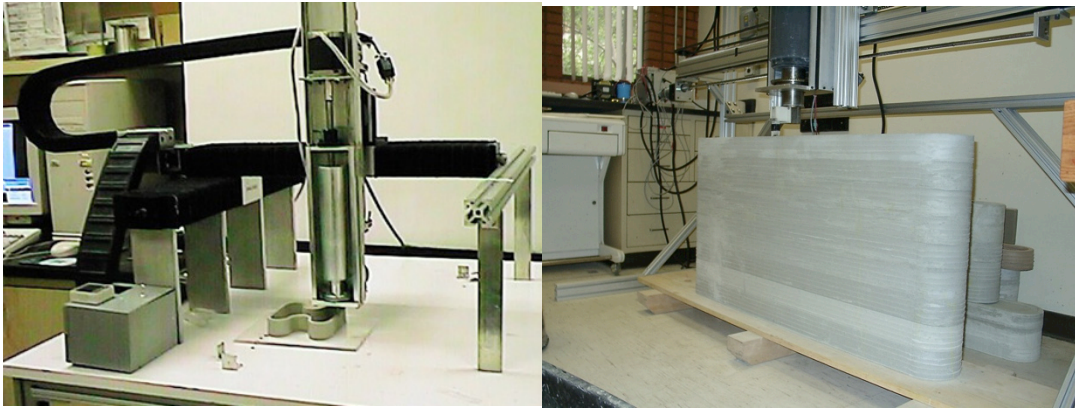
Şekil 3.51 : Üç boyutlu baskı atölyesi (*3D printing*), (Estevez, 2009).

Dijitalleştirme inşa etmeye dönüşmektedir. Genetik Mimaride yapılmaya çalışılan, çevreyi dijital bir bağlamda çağdaş ve tarihi bilgi olarak değerlendirme denemesidir. Burada amaç, şekillerle sunulmuş bilgiyi, uzayı hem somut hem de gerçek dünyalarda yorumlayabilmek için bir yeni bir vasıta olarak sunmaktır. Arnal (2003)

²⁵ **Hızlı prototipleme (rapid prototyping):** Üç boyutlu veri dosyalarından fiziksel modeller kurabilen teknolojiler. Tasarımcılar hızlı prototiplemeyle, çoğu geleneksel yöntemle kıyasla çok daha hızlı ve ucuz şekilde nesneler yaratabilirler. Hızlı prototipleme, bilgisayarda hazırlanan üç boyutlu CAD çizimlerinden direk olarak elle tutulur fiziksel modeller elde etmemizi sağlayan imalat teknolojisidir. Hızlı prototipleme cihazları vasıtasıyla bilgisayarda çizimi yapılmış her türlü ürünün birebir modelini saatler içerisinde elde etme imkânı doğmuştur. Hızlı prototipleme cihazları kendi içerisinde farklılıklar göstermekle beraber prensipleri aynıdır. Bu yöntemde fiziksel modeller tabandan başlayarak katman katman yüzeylerin üst üste eklenmesiyle oluşturulur. (http://tr.wikipedia.org/wiki/H%C4%B1zlı%C4%B1_prototipleme)

UIC'nin atölyelerinde kullanılan strateji; doğrusal olarak gelişmeyip, kendisini döngüsel olarak, önceki sistemlere yaklaştırıp yine aynı sistemlerden uzaklaştırarak dönüştüren, hem yazıya hem grafiğe dökülmüş çağdaş bir mirasın sürekli ve bilinçli olarak incelemesi üzerinde temellendirildiğini söylemektedir. (Arnal, 2003)

Kontur çıkarma Profesör Behrokh Khoshnevis tarafından icat edilen, katmanlı üretim teknolojisini kullanarak, bilgisayar modellerinden direkt olarak parçaları üreten dijital kontrollü bir yapım sürecidir. Geleneksel beton yapıda kullanılan kalıp ihtiyacını gidererek, kontur çıkarma birkaç ay sürebilen yapı sürelerini birkaç saate indirerek önemli ölçüde zamandan ve % 75 oranında da maliyetten kazandırmıştır. Dolayısıyla bu teknik hızlı ve ucuz bir biçimde beton yapımını sağlayabilmekte, ve felaket bölgelerinde acil konaklama ve barınma için düşük maliyetli potansiyel oluşturmaktadır. Ancak bunun yanı sıra çift eğimli yüzeyler de dahil olmak üzere tam kesinlik ve verimlilikle serbest formlar inşa edebilmektedir (Şekil 3.52) Kontur çıkarmanın yalnızca daha ucuz ve daha hızlı beton yapımı yöntemini açıklamaz, aynı zamanda çeşitli çevrelere adapte olabilen çevre dostu bir yapı tekniğini sunmaktadır.



Şekil 3.52 : Kontür yapma robotu (*contour crafting*) (Estevez, 2005).

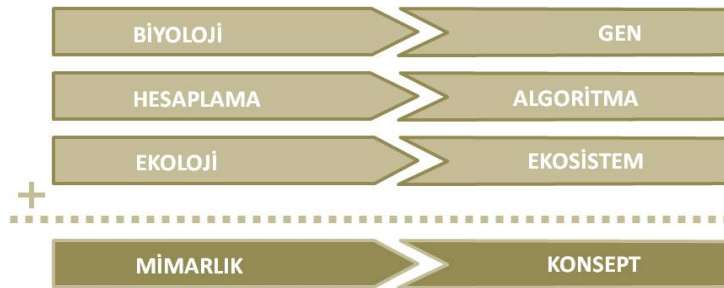
Makinelili üretime getirilen gelecek vadeden yeni bir yaklaşım olan katmanlı üretim genel olarak Hızlı Prototip Üretme ya da Dayanıklı Serbest Form Üretimi olarak da bilinir. Son yirmi yıl içinde hızlı prototip üretimde birkaç yöntem geliştirilmiş olmasına ve bu yöntemlerin oyuncak yapımı, tıbbi gereçlerin üretimi ve sanayi takımları gibi çok çeşitli alanlarda başarılı bir biçimde uygulandığı bilinmesine rağmen, günümüzde çoğu katmanlı üretim metodları yapı sanayine uygun olan materyallerle etkin hale gelmez. Buna ek olarak düşük oranlı materyal kalıntısı tarafından da kısıtlanmışlardır ki bu da onların yalnızca küçük endüstriyel parçaların üretimi için uygun olmasını sağlar. Bu günlerde konut gibi büyük yapıların inşası

için uygulanabilir olan tek katmanlı üretim teknolojisi kontur çıkarma gibi görünmektedir. (Khoshnevis ve Leach, 2009)

Dünyada gücü elinde tutan insanların gelip bu teknikleri mimariye uyarlanabilmeleri, dolayısıyla daha ekonomik olmaları için geliştirmesini beklenmektedir. Otomotiv, havacılık ve diğerk sanayilerde kullanılan robotların inşaat alanında gezinmelerini sağlayacak tekerlekleri, vinçleri ve vagonları henüz yoktur. Ne yazık ki bu nedenle son kurulum hala el ile gerçekleştirilmektedir. Bu aşamada hala deney sürecinden uygulama sürecine geçilememiştir. (Estevez, 2005)

4. GENETİK MİMARLIK KAVRAMLARINDA FARKLAR / TEKRARLAR

Genetik Mimarlık kavramı, katı şekilde insan merkezli meşguliyetlerden başka türlü (doğa merkezli) bir anlayışa geçişin göstergesi olabilir. Organik sistemlerin gelişiminden ve ekolojik gerekliliklerden esinlenmiş bir tasarım duyarlılığının sonucu olan Genetik Mimarlık, evrimsel, morfojenik, kosmojenik ve yeni ortaya çıkan tasarım yaklaşımlarının yanı sıra biyo-inşacılık, biyotaklit ve biyo-biçimcilikle de benzerlikler taşır ve ortak kullandıkları kavramlar vardır. Genetik mimarlık çerçevesinde ortaya çıkan kavramlar bazı temel disiplinlerden uyarlanmıştır. Biyoloji, hesaplama, matematik ve ekoloji bilimine temellenen kavramlar yeni bir yaklaşımla ele alınmaktadır. Bu yeni yaklaşımlardan biri bilgisayar algoritmalarının matematiksel bir konsept veya matematiksel bir genetik oluşturulması olarak algılanabilir. Mimarlığın özgün kavramlarından biri olan konsept, biyoloji disiplinindeki gen kavramıyla, hesaplama bilimindeki algoritma kavramıyla ve ekoloji alanındaki ekosistem kavramıyla benzeşmektedir. Mimarlıkta konsept ne ise biyolojide gen o demektir. Benzer şekilde hesaplama biliminde algoritma ne ise ekolojide ekosistem o demektir (Şekil 4.1). Her bir disiplinin ona özgü olmazsa olmaz bazı terimleri vardır. Diğer disiplinlerin olmazsa olmaz bu kavramları toplanarak Genetik Mimarlığın konseptine gönderme yapmaktadır.



Şekil 4.1 : Disiplinler ve sistemini kuran ana kavramlar.

Genetik Mimarlık sözkonusu olduğunda onun tek başına olmazsa olmaz kavramından bahsetmek zordur. Disiplinlerin bir arada olma ve önceliklerinin olmamasından dolayı pek çok kavram bu özelliği taşımaktadır. Örneğin algoritma

gen kadar birincil kavramdır. Hatta “Genetik Algoritma” doğrudan yöntem belirten bir kavramdır.

Genetik mimarlık yalnızca mecazî bir isim değildir. Yeni maddeler, yeni araçların kullanılması ve yeni süreçlerden geçilmesi sonucunda yeni bir mimarî biçimleniştir. Fakat bu yeni biçimleniş mimarlıkta yeni bir devrim yaratabileceği ya da ilgi çekici olabileceği gibi; başarısızlıkla, mutlak özgürlükle ya da onun kısıtlanmasıyla da sonuçlanabilir. Oluşan dünyanın ve bilginin sonunun hem birbiriyle mücadele etmesi, hem de birbirinden güç alması tam anlamıyla bir ikilem yaratmaktadır. Bu durum Genetik Mimarlığın karmaşık bir yapıya bürünmesine sebep olmaktadır. Genetik Mimarlık kavramları irdelenirken bir diğer karmaşıklık yaratan konu ise genetik mimarlığın teorileri ve tanımlarının iki türlü ele alınmasından kaynaklanmaktadır. Genetik Mimarlığın mecaz ve asıl anlamlarından daha önceki bölümlerde sıklıkla bahsedilmiştir. Ayrıca Genetik Mimarlığın temellendiği düşünülen teoriler üçüncü bölümde sıralanmış, özellikleri ve yöntemleri değerlendirilmiştir. Bunun yanısıra Genetik Mimarlık ve ona çok yakın ancak farklı isimler altındaki tanımlara da ikinci bölümde Genetik Mimarlığın çerçevesi belirlenirken yer verilmiştir. Bu üç farklı durum aşağıdaki çizelgede (Çizelge 4.1) tekrar listelenmiştir. Genetik Mimarlığın tanımları ise Ek A da şekil A.1 de, diagramlarla özetlenerek sunulmuştur

Çizelge 4.1 : Genetik Mimarlık tanımları, teorileri ve çeşitleri.



■ ■ **Biyomorfik mimarlık**, tasarımında kullanılan formların canlı varlıklara benzediği mimarlıktır.

- Mimarının ya da tasarımın biyomorfik olup olmadığını tasarımcı kendisi belirleyebilir ve beyan edebilir.
- Tasarımlar değerlendiren kişi tarafından canlı varlıklara benzetilebilir ya da yoruma dayalı bir ilişki kurulabilir.
- Tasarımlar doğadan ilham alınarak, hafızadaki kalınlardan yola çıkılarak oluşturulabilir ya da diğer eserlerin bir kopyası olabilir. Tasarımlarda kullanılan formlar en fotoğrafik-naturalist taklitler olabileceği gibi, en soyut formlar da olabilir. Yine tasarımlar canlı bir varlığı taklit etme kaygısı güdölmeden oluşturulmuş soyut formlarla çalışabilirler.

■ ■ **Biyonik mimarlık**, işleyişi, içerdği sistemler ya da süreçler model olarak alındığında canlı varlıklara benzeyen bir mimarlık ortaya çıkabilir.

■ ■ **Organik mimarlık**, canlı organizmalarda olduğu gibi farklı işlevleri olan unsurları bir bütünlük içerisinde bir araya getiren mimarlıktır. Özellikle kesintisiz tek bir parçadaki ana unsurlar ile yardımcı unsurlar arasında bütünlük sağlar.

■ ■ **Dijital organizizm**, organik mimarlığın ve tasarımın en son sibernetik-dijital kaynakları kullanarak yapıldığı koludur. Günümüzde, birkaç istisna dışında gerçek mimarının 1/1 ölçülerde otomatikleştirilmiş üretimine dönük olanakların geliştirilmesi konusunda sıkıntılar yaşanmaktadır. Bu yüzden, herhangi bir çizimin hayata geçirilmesi olanaklı olsa da, dijital organizizm alanında yapılan tasarımlar kağıt üzerinde kalmaktadır.

■ ■ **Genetik mimarlık**, objelerden yola çıkarak genetik biliminin sunduğu nimetlerden faydalanan mimarlıktır.

- Genetik biliminin bulguları gerçek ve doğal yollarla mimaride vücut bulabilir. Bu gerçekleştiği takdirde, ortaya çıkan ürün hem mimarların

hem de genetikçilerinin ortak gayretleriyle şekillenecek olan gerçek genetik mimarinin bir parçası olabilecektir.

- Genetik bilimindeki uygulamalar mecazi ve yapay bir yolla da mimariye aktarılabilir. Bu durumda genetikteki tanımların ve süreçlerin bir uzantısı şeklinde ya da aradaki benzerliğin bir ürünü olarak genetik mimariye ulaşmak mümkün olabilecektir.

■ ■ **Yeni ekolojik-çevreci tasarım**, estetik çevreci ekolojik yaklaşımın yerini alarak ya da bu yaklaşımla karşılaştırmalı olarak, geliştirilmiş fiziksel ya da metafizik koşullarda etik ya da estetik kaygılar güderek gerçek ve doğal canlı unsurları kullanan mimarlıktır. Bu mimari yaklaşımın biyolojik temellere dayandığı söylenebilir ya da genetik yaklaşımın yerini aldığı düşünülebilir. Tasarımcının istekleri doğrultusunda, canlı varlıkların mimaride kullanılmasını olanaklı kılan belirli bir genetik manipülasyonun tasarıma dahil edilmesi söz konusu ise, bu tasarım türü gerçek genetik mimarlık halini almaya başlayacaktır.

■ ■ **Biyolojik mimarlık**, doğal canlı unsurların tasarımlarda yer aldığı mimarlıktır. Bu tür eserlerde en çok rastlanan bitkisel unsurların kullanımudur. Doğal inşa kabiliyetlerinden faydalanmak amacıyla bazı hayvanlara onların inşa edeceği tasarımlar doğrultusunda yön verilmesi de söz konusudur.

■ ■ **Yeni sibernetik-dijital tasarım**, bilgisayarda çizimin elle çizimin yerini aldığı tasarım türüdür. Bu alanda tasarlanan eserler üretilirken gerçek, yapay yazılımsal unsurlar kullanılmaktadır. Yazılımlar yalnızca grafik değil aynı zamanda yaratıcı araçlar olarak görülmektedir. Tasarım ve üretim ayağında otomatikleştirilmiş üretimin nimetlerinden faydalanılmaktadır. Gerçek DNA örnekleriyle ya da yapay yazılımlarla çalışılabilir. Her ikisi de kendini yenileme ve gelişim için gerekli olan bilgiyi içerisinde barındırdığı için DNA ve yazılım bir anlamda özdeş kabul edilebilir.

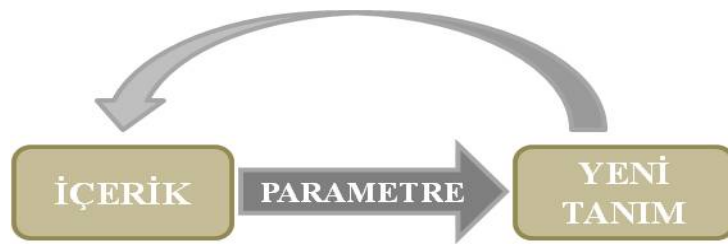
■ ■ **Dijital mimarlık**, ancak yazılımsal kaynaklar kullanılarak tasarlanabilir.

■ ■ **Siber-eko füzyon**, tasarım en son sibernetik-dijital kaynakları en yeni ekolojik-çevreci anlayış ışığında bir araya getirerek tasarım ve üretimin yapıldığı alandır. Bu

tanımdaki unsurlar ayrı ayrı ele alınabileceği gibi, değişimli olarak şu şekilde de bir araya getirilebilir:

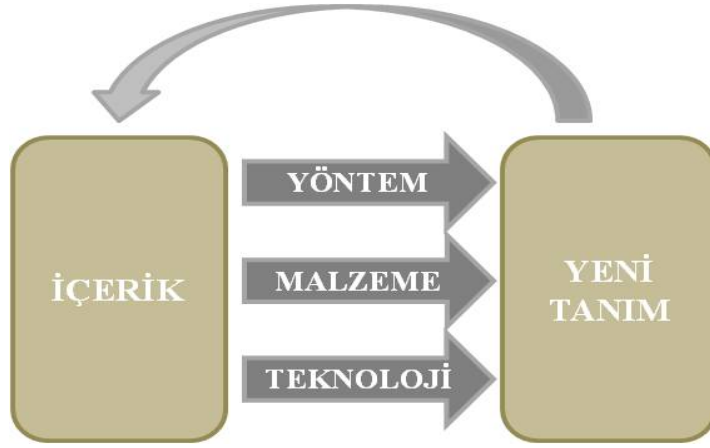
- Sürdürülebilir mimarideki gelişmeler ışığında sibernetik-dijital kaynakların bir araya getirilmesi.
- Ne pitoresk ne de çevreci olan yeni anlayışın ışığında sürekli değişim halinde olan doğaya ya da şehre ait sibernetik-dijital kaynakların bir araya getirilmesi.
- İçerisinde yaşanabilir canlı bir yapının doğal gelişimini sağlamak için gerekli olan genetik bilginin düzenlenmesi için sibernetik-dijital kaynaklar ile genetiğin nimetlerinin bir araya getirildiği mimarlıktır. Önceden bilgisayarda hazırlanmış olan çizimler bu işleme yön vermektedir. Mimari çizimdeki rakamlar bilgisayarda işlenmiş olan DNA'daki kodlarla bir araya gelmektedir.

Bu tanımlardan da anlaşılacağı üzere Genetik Mimarlığın kavramlarında ve tanımlarında yöntemin ve içeriğin bir birinin içine geçtiği, bazılarının sadece içerikten beslenirken bazılarının yöntemden yaralanarak tanımlanmış olduğu görülmektedir. Üstelik bazılarında içeriksel bir tanımın diğer yöntemlerden biriyle yapıldığında farklı bir isim aldığı söylenebilir. Bu durum Şekil 4.2'deki gibi bir şablonla ifade edilebilir ve pek çok kavram aynı dizinsel mantıkla açıklanabilir.



Şekil 4.2 : Genetik Mimarlık kavramlarının ortaya çıkış modeli, aşama-1.

Üretilen yeni bir içeriğin başka bir içeriğe yada tanıma dönüşmesi için aradaki değişkenin kullanılan teknoloji, önerilen yöntem yada yeni bir malzeme olması gerekmektedir. Bu durum Şekil 4.3'deki gibi ifade edilebilir.



Şekil 4.3 : Genetik Mimarlık kavramlarının ortaya çıkış modeli, aşama-2.

Bu tanımlar içerisinde bu modeli örnekleyen organik mimarlık ve yeni ekoloji çevreci mimarlıktır. Eğer Organik Mimarlığın içeriği olan canlı olma durumunu farklı işlevleri olan unsurların bir bütünlük içerisinde olması durumuyla bir benzerlik kurabilirse dijital organizme ulaşabilir (Şekil 4.4). Çünkü dijital organizm de sibernetik dijital teknolojiler kullanıldığında 1/1 ölçekte otomatikleştirilmiş üretimi yapılabilir.



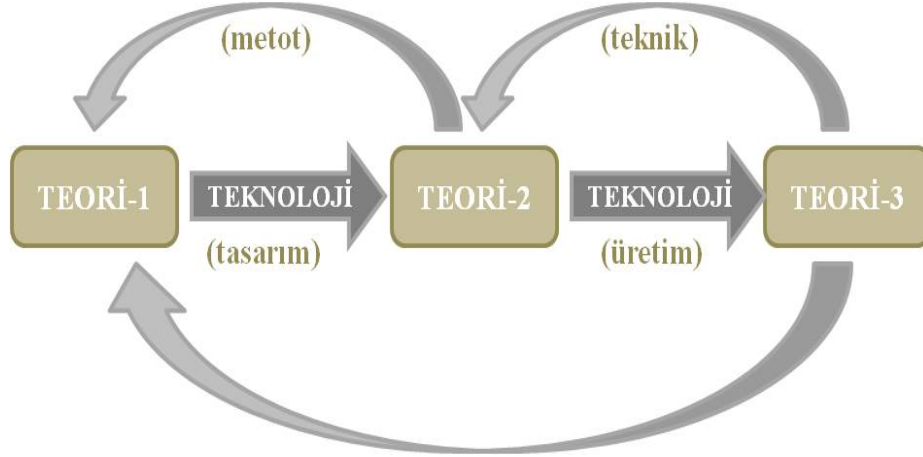
Şekil 4.4 : Organik mimarlık – dijital organizm ilişkisi.

Benzer şekilde Eğer Yeni Ekoloji Çevreci Mimarlık içeriği olan fiziksel ya da metafizik koşullarda etik ya da estetik kaygılar güderek gerçek ve doğal canlı unsurları kullanma durumunu sibernetik dijital tasarımın kaynakları kullanılarak yani teknoloji en üst düzeyde tutularak yapılırsa Siber-eko-füzyon tasarıma ulaşılabilir (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 : Yeni ekoloji çevreci mimarlık- siber ekofüzyon tasarım ilişkisi.

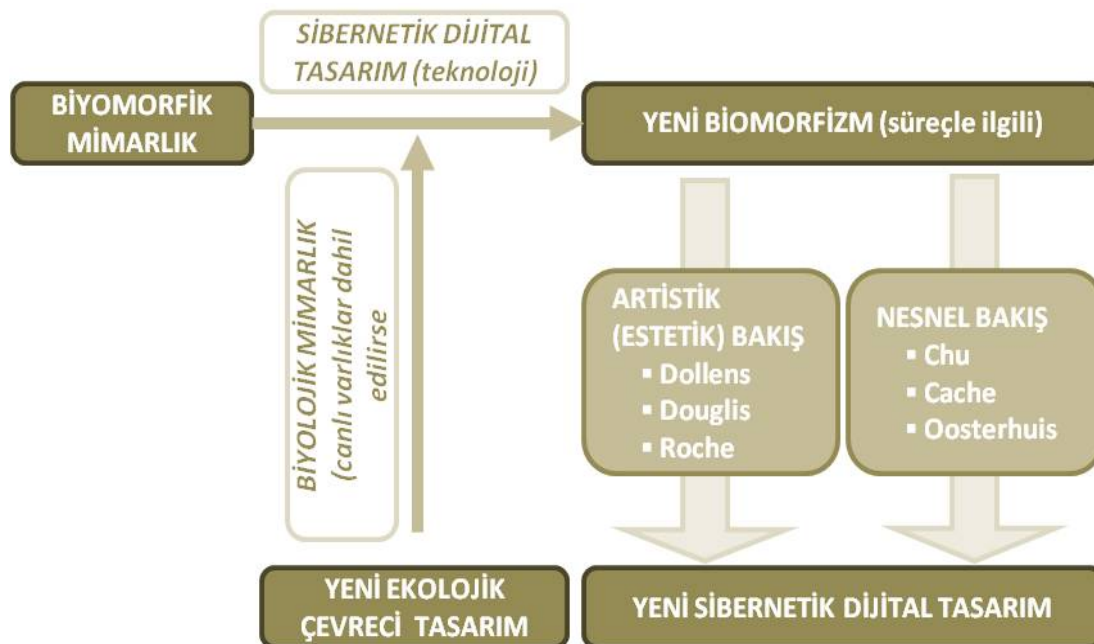
Bu içeriklere bazen yeni bir tasarım yöntemi eklendiğinde yeni oluşan içerik farklı bir üretim yöntemiyle ürene dönüşebiliyorsa burada üçlü bir dizi oluşmaktadır. Katlanarak üreyen bir olgu gibi kavramın her katlanışında farklı bir tanım elde edilip sonunda mimarlıkta kavram türetmenin bir yolu haline gelebilir (Şekil 4.6). Dijital fabrikasyonun gündeme gelmesiyle mimarlık nesnesinin üretimi sadece hız kazanmamış aynı zamanda mimarlığı içeriksel olarak dönüştürmüştür. Örneğin seri üretimin sonucunda aynı üründen çok sayıda üretilirken dijital fabrikasyon olanakları farklılaşan ürünleri çok sayıda üretebilmektedir. Buda biyolojinin bir özelliği olan çeşitliliğin yaratılmasına sebep olmuştur. Aynı tür içerisinde doğan hiç bir canlının tıpatıp aynısının olmaması gibi.



Şekil 4.6 : Genetik Mimarlık kavramlarının ortaya çıkış modeli, aşama-3.

Bu tanımlar içerisindeki benzerlikler ve birbirine dönüşüm kabiliyetleri ise Ek A da Şekil A.2 de değerlendirilmiştir. Bu Mimarlık tanımları hep birbirinden beslenerek ve üzerine bir özellik eklenerek türetilmiştir.

Eğer bu ekolojik-çevreci tasarım molekül içi yapısına dokunmadan da olsa genetik mimaride kullanılanlar gibi canlı malzemeler kullanırsa, yeni sibernetik-dijital tasarım tekniğinde de genetik mimaride kullanılanlara benzer malzemeler kullanılabilir. Geriye yapılması gereken tek bir şey kalır, o da dijital organisizmin birleri ve sıfırlarıyla DNA'nın yeniden yapılandırılmasında kullanılan dizilerdeki birler ve sıfırların birbirine bağlanmasıdır. Böylece bu yapıların canlı binalar gibi büyümeleri sağlanabilir. Bu gerçekleştiğinde, gerçek *siber-eko füzyon tasarıma* ulaşılmış olur (Şekil 4.5)



Biyomorfik mimari özneliğin ve duyarlılığın artmasına yardımcı olup olamayacağı konusunda Estevez'in (2005) şu yorumuna bakmak faydalı olacaktır.

“Biyomorfik mimarinin yaratılması için nesnel ve hatta otomatikleştirilmiş yöntemler de varken, bu yaklaşımın öznellik ve duygusallığı artırıp artırmadığına karar vermenin zorluğunu görebiliriz. Hem sibernetik-dijital hem de doğal yöntemlerle oluşturulabilen genetik mimarlığın gündeme gelmesiyle, binalar saf geometrik sistemler ve neo-plastik yöntemler kullanılarak, farklı anlatımlar benimsenerek, kavramsal ve/ya da sürrealist sistemler yapılandırılarak biyomorfik temele ihtiyaç duyulmaksızın öznel ve duygusal bir temele dayanarak da inşa edilebilmesiyle birlikte bu kararın verilmesi daha da zordur.” (Estevez, 2005)

Kuşkusuz binlerce yıl geçip de günümüze gelinene kadar insanlar kendilerini yalnızca yüzeysel olarak ifade edebilmişlerdir. Günümüzde ise artık bu eşik aşılp moleküler düzeye geçilebilmekte, hatta genetik tasarım ve programlama zincirleri yeniden biçimlendirilerek bu unsurlardan doğal canlı elementler oluşturulabilmektedir. Buna ek olarak, bu düşünce tarzı sibernetik-dijital dünya ile doğrudan kıyaslama yapma imkanı tanımaktadır. Bu sebeple programlama zinciri tasarımı daha sonra kendinden yola çıkarak yapay dijital elementler oluşturacak bir kavram olarak da algılanabilir. Doğal yaşam unsurları ve/veya yapay dijital elementler mimarî gerçekliğin vazgeçilmez bir parçası haline getirilebilir. Kısacası Dijital Genetik Mimarlık yapay ürünleri kullanırken, Biyolojik Genetik Mimarlık canlı malzemeleri kullanmaktadır. Bu iki mimarlığın ve bugüne kadar süregelen mimarlık anlayışının karşılaştırması Ek A da Çizelge A.1 de yapılmıştır. Bu karşılaştırmalar kontrol edilebilirlik, hareketli olma, çevreye uyum sağlama, doğayla ilişki kurma, canlılık ve strüktür oluşturma durumuna göre yapılmıştır.

Canlı varlıklarda strüktür ve örtü birbirinden ayrılmaz. Hiçbir canlının iskeleti geliştikten sonra derisi oluşmaz. Embryo aşamasında dahi iskelet ve deri malzeme birlikte dönüşüm geçirir. Yığma yapılar tıpkı hücresel strüktürler gibi davranırlar. Parçalar birbirinden ayrı elemanlarmış gibi düşünülemez. Bir önemli farklılık, tesisat elemanlarının da (elektrik/enerji veya taşıyıcı boruların) sistemin ayrılmaz bir parçası olması durumudur. Buna göre mekanı oluşturan çeperler, tek bir eleman olarak düşünülmelidir. Tüm yapı bir bütündür; kapı ve pencere gibi parçalar sonradan takılmayıp çeperi oluşturan malzemenin devamı niteliğindedir.

Genetik Mimarlık her canlı dokunun mimari bir nesneye dönüşebileceğini söylememektedir. Sadece amacına uygun olanların belirlenmesi ve yeniden tasarlanması gerektiğini söylemektedir. En önemli sorunlardan biri mukavemettir. Canlı dokuların, ölü dokulara oranla daha yumuşak olduğu için insan kullanımına uygunluğunun iyi analiz edilmesi gerekmektedir.

Genetik Mimarlık kendi içinde dijital ve biyolojik olmak üzere iki türlü olduğundan ikinci bölümde Genetik Mimarlığın çerçevesi başlığı altında anlatılmıştır. Bunlar arasında kullanılan teknik ve kullanılan malzeme açısından bir değerlendirilme Ek A. da Çizelge A.2 de gösterilmiştir.

Genetik Mimarlığın tanımlarının daha net anlaşılması için herbirinin içeriğinin ne olduğunu, hangi malzemeye yöneldiğini, araç olarak ne kullandığını, nasıl bir metot geliştirdiğini ve bunun üretime ne şekilde aktardığını, bu konuya en yakın çalışan mimarların kimler olduğunu gösteren bir çizelge düzenlenmiştir (Ek A da Çizelge A.3). Bu çizelge tez kapsamında daha önce sözü geçen tanımların farklılıklarını ve benzerliklerini gösteren bir değerlendirme niteliğindedir.

Mimarlığın kuramsal, ve üretime dayalı ortamında kavramlar değişmektedir ve her geçen gün literatüre yenileri eklenmektedir. Bu kavramsal değişim çok dinamik bir tabanda vuku bulmaktadır. Doğal olarak bunların takip edilmesi, benimsenmesi, içselleştirilmesi ve de mimarlık ortamına adaptasyonu güçleşmektedir. Bunun nedeni olarakta hızlı değişim, bilginin paylaşımındaki artışı ve kolaylığı gösterilebilir. Hiçbir kavram stabil değildir. Farklı disiplinlerden ödünç alınan ya da uyarlanan pek çok kavramın varlığından sözedilebilir. Bu doğrultuda oluşturulacak kavramların sistemli bir şekilde aktarılması önem kazanmaktadır.

Günümüzde tasarım kavramları sadece sanatsal kavramlardan beslenerek tanımlanamaz. Tasarım kavramı bugün mühendislik bilimlerinin kavramlarıyla açıklanmaktadır. Bu kavramsal değişimin sebebidir doğayı tüketmeye değil onu çözümlemeye yönelik algılıyor olmamızdan kaynaklanmaktadır. Doğayı anlamak ve anlamlandırmak için fizik biyoloji ve matematiğe duyulan gereksinim yatsınamaz. Genetik Mimarlığın içeriği bu kavramlarla belirlenmiştir. İkinci bölümde Genetik Mimarlığın çerçevesi oluşturulurken belirtilen ve öne çıkan bu kavramları bu

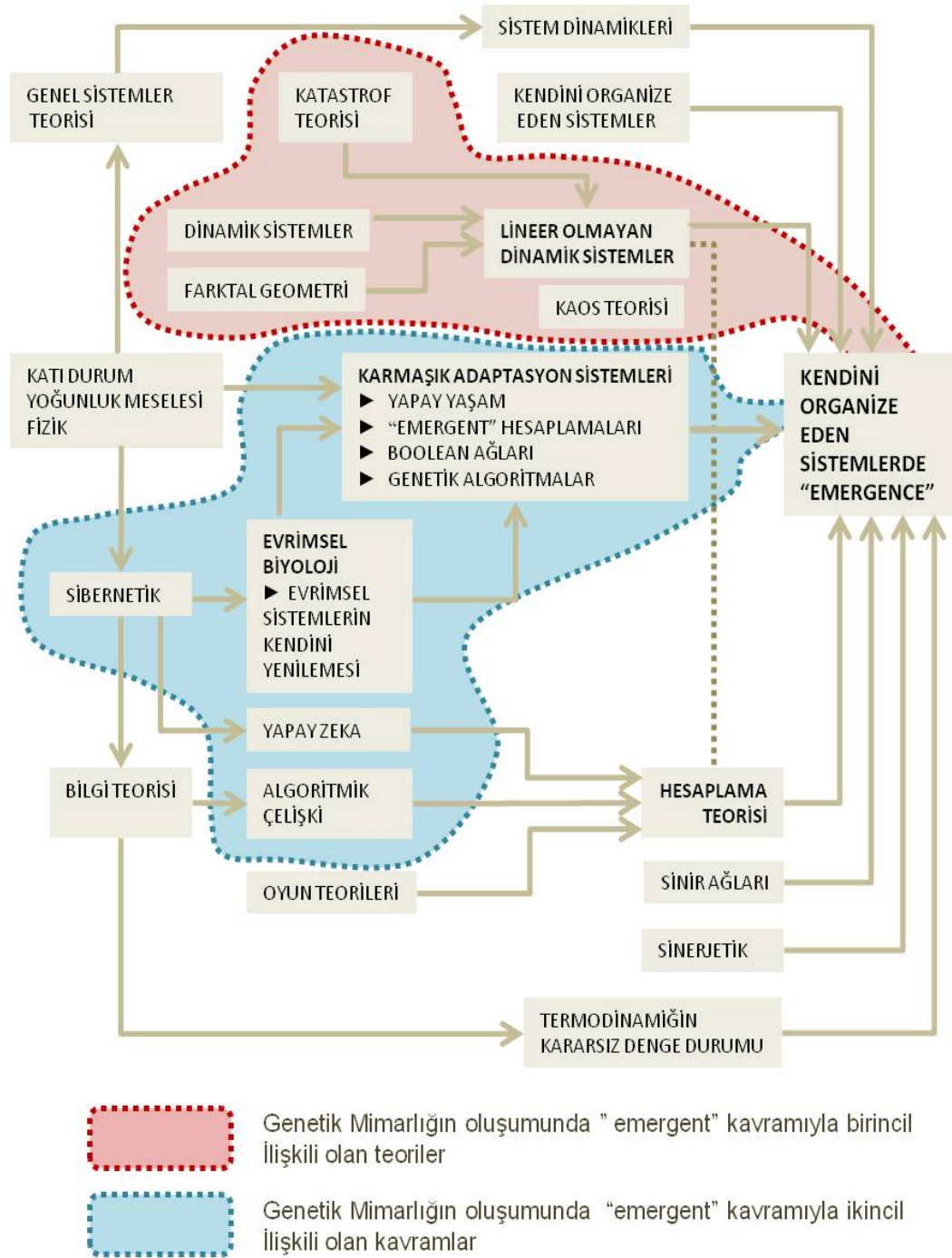
bölümde tekrar özetlemek farklılıkları ve tekrar eden özellikleri ortaya koymanın gerekli olduğu düşünülmüştür.

Bu bölümde bu noktaya kadar Genetik Mimarlığın çeşitlerinin ve ona yakın olan tüm tanımlamalarının bir değerlendirilmesi yapılmıştır. Genetik Mimarlığın altyapısını kurduğu düşünülen teorilerin, metodların, yaklaşımların ve eleştirilerin üçüncü bölümde Genetik Mimarlığın teorileri başlığı altında aktarılmıştır. Ancak bunların birbirine göre bulundukları yerler, mimarlığa getirdikleri açılımlar ve kattıkları niteliksel değerler, farklılıkları ve/veya benzerlikleri aşağıda oluşturulan çizelgeler üzerinde anlatılmıştır. Genetik Mimarlığın getirdiği açılımlar Ek A da Çizelge A.4 te tasarım süreci, mimarın rolündeki değişim, mimarlık pratiğe yansıyanlar, ilişki kurulan diğer disiplinler, malzeme kullanımı ve bu konu üzerine çalışan mimarlar olmak üzere ele alınmıştır. Genetik Mimarlık Teorilerinin niteliksel karşılaştırılması ise Ek A da Çizelge A.5 de öneri ve/veya eleştiri noktaları, kavramsal araçlar, mekan yorumu, biçimsel algı, gerçek-sanal ilişkisi ve doğaya yaklaşım üzerinden yapılmıştır. Hemen ardından Ek A da Şekil A.3 de Genetik Mimarlık Teorilerinin Farklılıkları ve Tekrarları,; bu teorilerin belkide yine birer kavram olan, ancak en temel farklılıklarına ve benzerliklerine işaret eden terimlerle belirlenmiştir.

Bu kavramlar içinde, *kendiliğinden oluşma (self-organization)*, doğurduğu sonuçlar itibarıyla önemlidir. Kendiliğinden oluşmanın termodinamik bir sürecin ardından, bir taraftan da denge ve karmaşıklıktan türeyen bir süreçten ortaya çıktığını söylemek gerekmektedir. Belli başlı inorganik sistemlerde de görülmesine rağmen kendiliğinden oluşma, fizik ve kimya dağarcığının en mutata ve en alışılabilir bilgilerini aşan özellikler gösterir. Diğer taraftan sistem kavramına işaret eder. Yani kendiliğinden oluşma, görünüşleri ve birbirleriyle etkileşimleri oluşturdukları bütünün özelliklerini belirleyen parçaların bir araya gelmesiyle meydana gelir.

Dahası, kendiliğinden oluşma kavramı, dışarıdan herhangi bir etkenin müdahalesine ihtiyaç duyulmadan bir düzen oluşturma yetisine sahip bir sistemi tanımlar. Self-organization kavramı aynı zamanda emergence kavramıyla çok yakından ilişkilidir. Bu ilişkiyi emergent kavramının matematiksel kökenlerini araştıran Goldstein (1999) bir diagramda emergent kavramına yakın kavramlarla ilişkisini göstermiştir. Ancak burada matematik kavramları da bu diagrama dahil edilmiştir. Bu diagram

üzerinden Genetik Mimarlıkla kesişen birinci ve ikinci derecede önemli kavramlar alan belirtilerek işaretlenmeye çalışılmıştır. (Şekil 4.8)



Şekil 4.8 : "Emergent" kavramının matematiksel kökenleri, Goldstein (1999)'ın diagramı üzerinden Genetik Mimarlıkla ilgili alanlar belirlenerek uyarlanmıştır.

Bir diğer önemli kavram da genomdur. Genom, evrimsel organizmanın gelişim sürecindeki aşamaları tanımlayan çekirdekdeki talimatlardır. Benzetmek gerekirse, genom basit bir kroki, eylem planı, bir şeyin taslağı, bir sistemin temel programı ya

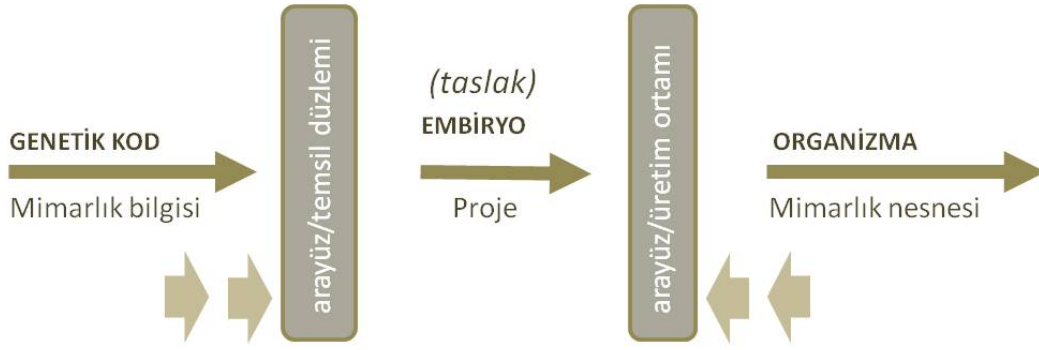
da işleyen ve/ya üreten parçasıdır. Genomlar kromozonlar vasıtasıyla taşınır ve kalıtsal olarak sonraki nesillere aktarılır. Döllenmenin ardından embriyonun oluşumuyla başlayan epigenez sürecini de yöneten kodların saklı olduğu bir chip gibi davranır. Bu işleyiş biçimi metaforik olarak bakıldığında aslında mimarlık nesnesinin oluşum sürecini de tarif etmektedir. Aralarında şöyle bir benzeşim kurulabilir. Genomdaki DNA kodları döllenmenin hemen ardından yeni bir taslakla embriyo olarak gelişmeye başlar. Döllenmenin soyut bir düzlemde vuku bulduğu düşünüldüğünde bu soyut düzlemi tasarım yaparken fikirlerin ilk yansımalarının görüldüğü temsil ortamıyla eşleştirilebilir. Bundan sonra epigenez süreçlerden geçen embriyo gelişimini tamamladığında bir organizma olarak ortaya çıkar. Bu ortaya çıkışında başka bir düzlemde olduğu kabul edildiğinde ve bu oluşum düzleminin tasarlanmış projenin üretim ortamına aktarılmasında bir arakesite denk düştüğünü benzetimi yapılabilir. Bu iki arayüz tüm bilimsel açıklamalarından arındırılarak birer soyut dönüşüm düzlemi olarak düşünülmelidir. Aşağıdaki diyagramın (Şekil 4.9) birinci aşaması genetik ve mimari ürünün bu fazlardan geçişini göstermektedir.

Sibernetik kaynakların gelişimi mimarlık teknolojisinin içine iyiden iyiye sızdıkça bu iki düzlem birbirine yaklaşmakta çözümlerin üretildiği, projenin kodlanma aşamasından sonra kendi gelişimini tamamladığı kapalı bir kutuya dönüşebilme potansiyelini içinde barındırmaktadır. Bu kutu aslında genetik biliminden bakıldığında epigenetik (*epigenesis*)²⁶ süreçleri çağrıştırmaktadır. Mimarlık nesnesi için belkide onu hayata geçirme işlemiyle bir canlının doğması arasında metaforik bir ilişki kurulabilecektir. Kısacası proje hazırlama aşaması kodları belirleme, (bu bir yazılım oluşturma yada script yazma olabilir) aşamasında son bulacaktır. Projenin gelişimi ve üretim için hazırlanması safhası ortadan kalkacak ve doğrudan üretimi yapılabilir. Epigenetik süreç onu üretime hazır hale getirmek için tek bir düzlemde gerçekleşecektir. Bu da aslında “file to file”²⁷ mantığından “file to factory”²⁸ mantığına geçişle benzerlik gösterir.

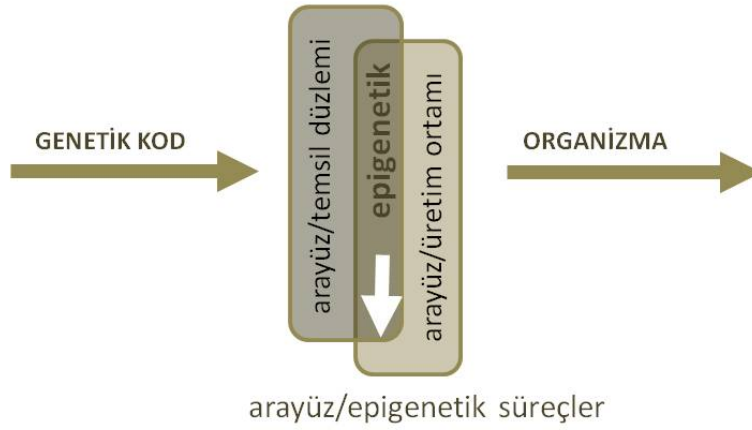
²⁶ **Epigenesis:** Farklılaşmamış □ basit tek bir hücreden kademeli hücre bölünmesi işlemi ve organlara dönüşme/farklılaşma yoluyla bir organizmanın gelişimi (Biyoloji); dış □ güçler tarafından bir mineralin doğasında meydana getirilen değişiklik (Mineraloji) http://www.nedirnedemek.com/epigenesis_nedir

²⁷ **File to file:** dijital teknolojilerin kullanılmasıyla gündeme gelen, bilgisayar ortamında hazırlanan bir projenin fabrikasyon aşaması için bir başka bilgisayara transfer edilmesini tanımlayan bir terimdir.

²⁸ **File to Factory:** dijital teknolojilerdeki gelişimin ne kadar hızlı olduğunu anlatmak için bilgisayarda üretilen bir projenin fabrikasyon için başka bir bilgisayara ihtiyacı olmadan aynı bilgisayardan üretim bandına yollanabilmesini ifade eden bir tanımdır



1. aşama "file to file"



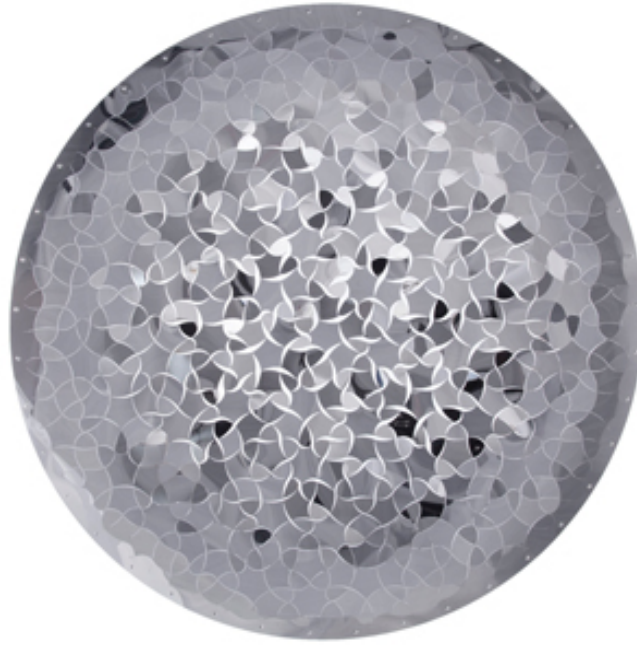
2. aşama "file to factory"

Şekil 4.9 : Temsil ve üretim ortamlarının eş zamanlı olma durumu

Bu diagramda arayüzler aslında teknolojiyi karakterize eder. Genetik kod ve mimarlık bilgisi girdi olarak düşünüldüğünde organizma ve mimarlık nesnesi birer çıktı olarak düşünülebilir. Dönüşümü sağlayan arayüzler ise teknoloji ortaya çıkaran aşamalardır. Temsil ve üretim ortamları birbirinin içine geçtiğinde bu süreç bir organizmanın epigenetik sürecini²⁹ andıran başka bir arayüze dönüşür. Yukarıdaki diyagramın (Şekil 4.9) ikinci aşamasında bu anlatılmaktadır. Epigenetik süreçler en karmaşık ve kendiliğindenliğe gönderme yapar. Burda oluşum, ve ilerleme gücü içerden gelen örgütlenme dürtüsüdür.

²⁹ **Epigenetik süreç:** Epigenetik sözcüğü ilk defa Aristoteles tarafından, epigenez'e (epigenesis'e) ait, ona dair anlamında bir sıfat olarak kullanılmıştır. Hayvanların "epigenetik oluşumlarından" ya da "epigenetik gelişimlerinden" bahsederken, onların - o günkü kanıya ters olarak - rahimde ya da yumurtada yavaş yavaş, aşama aşama gelişimlerini kastedmektedir. Böylelikle epigenetik, ilk anlamıyla, embriyolojik bir süreci anlatan bir sıfat olarak 1940'lara kadar kullanılmıştır. <http://tr.wikipedia.org/wiki/Epigenetik>

Genomik³⁰ mimari, mimarlık genomlarının kullanımına dayanır. Tıpkı biyolojideki eşdeğeri gibi, bu genom da evrenseldir ve geçmiş, şimdi ve geleceği de içine alan tüm mimariyi kapsamaktadır. Bu genom kökeninde doğal, insan yapımı ve yapay olmak üzere tüm morfolojiler için evrensel kod olan birleştirilmiş bir morfolojik genomla tanımlanır. Olası yeni bir bilim olan morfogenomik morfolojik enformasyonla ilgilidir ve mimari uzay ve yapının şekillenmesinin temelini oluşturan üretken morfolojilerin bir temeli olarak morfolojik genomun haritasını çıkarır. Haritası çıkarılan morfolojik genomun mimarinin fiziksel (malzemeler ve yapı teknolojileri gibi), sensörlerle ilgili, bilişsel ve davranışsal kimi farklı yönlerini ele almak amacıyla haritası çıkarılan diğer genomlarla da katmanlara ayrılması gerekecektir. Katmanlı genoma dayanan genomik mimari, tıpkı yapay zeka ve yapay yaşamdaki kullanımıyla “yapay mimari”nin, doğal düzenle paralel olarak evrilen, karmaşık ve bütünleşmiş dünyasını kapsamaktadır. Mimari sınıflamaları ve filojenileri belirleyen, tasarı sürecindeki formun dijital kullanımına izin veren ve dijital üretimdeki toplu uyarlamayı sağlayan morfolojik olarak yapılandırılmış bir bilgi ağıdır. (Lalvani, 2003)



Şekil 4.10: Lalvani'nin “Genomics” isimli çalışması (Lalvani, 2003).

³⁰ **Genomik:** İnsan genomunun (kromozomlarda yapılanmış üç milyar baz çiftinin, DNA bütünü'nün) yapısını, bileşimini ve evrimini inceler ve DNA'da biyolojik bir anlamı olabilecek birimleri (genler, çevrilmeyen transkripsiyon birimleri, mikroRNA'lar, düzenleme üniteleri, transkripsiyon faktörleri olan promotörler, CNG alfa ve beta kanalları vs.) tanımlamaya çalışır.

Çoğunlukla biyolojiden esinlenen “organik mimari” teriminin anlamı, öngörülebilir teknolojilerle birlikte doğayla ilgili edindiğimiz bilginin artmasıyla değişmeye ve evrilmeye devam etmektedir. Teknolojide yenilikler meydana geldikçe kapsam, niyet ve gerçekleştirme bakımından da mimari gittikçe daha organik bir hale dönüşmektedir. Doğadaki modelleri inceleyip bunları uygulama alanında kullanmayı amaçlayan böylesi bir bilim dalının biomimikri (*biomimicry*) bir üst limiti de hiç tededdüsüz biyolojinin kendisidir. Estevez (2002) Genetik Mimarlığın gelecekte kazandıracaklarıyla ilgi olarak şunları söylemektedir. “Binalar, yükselip büyüyecek, tepki gösterecek, adapte olacak, geri dönüşecek, kendi kendilerini organize edip birleştirecek, hatırlayacak, kendisinin farkında olacak, evrilecek, üreyecek ve ölecek. Biyolojiyle bağdaştırmak gerekirse, organik mimari kendini tasarlayacak ve devamlılığını sürdürecektir. O zaman mimari bir “yaşam” olacak ve artık binaların mimarlara ihtiyacı olmayacaktır. Bu durum senaryosunda, “Genetik Mimarlık” şimdiki tanıdığımız mimarinin sonunu getirmiş olacaktır”

Lalvani ise (2003) “geleceğin öngörülen teknolojilerinden anlam çıkararak kurulan böyle bir senaryoda muhtemel hatta kaçınılmaz olmakla birlikte, bir sebepten dolayı hatalıdır” öngörüsünde bulunmaktadır. “Öncelikle, organik mimarinin bir hedefi olarak biyolojiye göre böylesi bir biyoloji (yani şu an var olan) an içinde bilinen bir hayatı baz aldığı için zaman içinde donar. Bugünün biyolojisinin mimarisinden anlam çıkarmak geçmişin ve geleceğin biyolojisini göz ardı etmektir.” demektedir. O halde doğanın süregelen deneyinde yok olan, şu anda varlığını sürdürmekte olan ve ortaya çıkması yakın olan yapılar bulunmaktadır. Dolayısıyla “organik” teriminin tanımı geçmişin, şimdinin ve geleceğin yani tüm biyolojileri kapsamalıdır denilebilir. Bu senaryodaki diğer bir eksiklik ise, örneğin doğada bulunmayan yeni maddelerin, teknolojilerin, organizmaların ve kimyasalların yani yeni olan her şeyin yaratılması gerçeğini göz ardı etmesidir. Yeni doğal biyolojilerin yanı sıra “organik” terimi yapay biyolojiyi de içine almalıdır. İşte tam da burada insan tasarımlarıyla doğanın arasındaki çizgi bir sürem halini almaktadır.

Günümüzde moleküler düzeyde yapılabilen çalışmalar. Genetik tasarım ve genetik programlama zincirleri sayesinde doğal canlı elementler oluşturabilmektedir. Ayrıca sibernetik-dijital dünya ile doğrudan kıyaslama yapılabilir. Böylece programlama zinciri tasarımı daha sonra kendinden yola çıkarak yapay dijital

elementler oluşturacak bir kavram olarak da algılanabilmektedir. Kısacası, bu doğal yaşam unsurları ve/veya yapay dijital elementler mimarî gerçekliğin vazgeçilmez bir parçası haline gelmiş durumdadır.

Biçimsel genetik, döllenmenin belli süreçlerinde, karmaşık şekillerin yeniden programlanma ve sentez yoluyla üretilen geçiş işlemlerinde şeklin topolojik ve elastik olarak sistemleştirilme düşüncesidir. Bu biçimsel genetik dinamik güç alanlarında değişken dinamik sistemlerin programlanmasına dayanmaktadır ve bu alanlar uzaysal süreç boyunca benzetme, doğrultma, tüme varma ve maddeleştirme yoluyla zamanla gelişme göstermektedir. (Gualart ve diğ. 2003) Karl S. Chu, Marcus Novak, Nox ekibi, Ben van Berkel, Kas Oosterhuis, FOA gibi bilgisayar animasyonu ve resmi süreçlerin değişen yapısıyla ilgili en çok üreten isimlerdir. Bu alanda ki öncü isimlerden biride Greg Lynn'dir. Bu konuyla ilgili şunları söylemiştir:

“Farklı, ideal ve sabit bir prototip kavramı sayısal olarak kontrol edilen esnek, değişken ve ayrımsal çoklutip (multitype) modeliyle sınıflandırılabilir. Çoğunlukla “performans zarfı” tabiriyle anılan çoklu değişkenlerin potansiyeliyle belli düzenlemelerin örneklendirildiği yöntemden bir dizi olasılık tasarlanabilir. Dolayısıyla mimari bir heykel ya da çizimden ziyade devingen bir akış, iştirakçi ya da ayrımcı cazibe güçleri ve hareketin yer aldığı çevreye itilmiş bir durum olarak ortaya çıkar. Bu çevrede göze çarpan ve şekiller olarak düşünülen gerilimler yer işgal eden süreçlerden doğar, bunlar maddeleştirilebilen ama neredeyse daima dalgalanmaya açık gerilimlerdir. (Lynn, 2006)

Sibernetik-dijital mimarlık (*new cybernetic-digital design*) kavramını açıklarken tıpkı ekolojik çevreci tasarım kavramında olduğu gibi bu kavramında altının boşaltıldığı daha önceki bölümlerde dile getirilmişti. Sibernetik-dijital mimarî tasarım, eskiden elle yapılan çizimler yerine daha kısa sürede daha iyi çizimler elde etmek için bilgisayar kullananların bahsettikleri tasarım anlayışının çok daha ötesindedir. Çünkü bu tasarım anlayışında ortaya çıkan ürünün geleneksel mimarîdeki yapılardan pek de farkı yoktur. Yine aynı şekilde bu durumda da sözcükler çok fazla kullanıldıkları için gerçek güçlerini yitirmişlerdir. Yazılım programlarını dış bir beyinden dökülen eski bir şeylerin basit grafik ifadeleri olarak görmekten vazgeçip, başlı başına bir materyal olarak algılamak gerekmektedir. Fiziksel gerçeklikleri kırıp, rengi, dokuyu ve işaretleri zaten var olan bir şeyin taklidi olarak değil de, kendi sanatlarının yapı

taşı olarak değerlendirerek yaratan öncü sanatçılarla aynı ölçüde durabilmek gerekmektedir. Ancak bu şekilde soyut bir boyut elde edilir ve yeni kaynaklardan yeni tutarlı bir mimarlık ortaya çıkar.

Estevez (2005) “son zamanlarda yaygınlaşan bu yeni sibernetik-dijital tasarım yöntemi bir zamanlar elle çizimin yerine geçebilecek tek araç olarak kabul edilen bilgisayarla çizimin yerini alacaktır” diyerek sibernetik-dijital tasarımın bir yöntem olduğunu ardından bunu bir teknik gibi gördüğünü belirtmiştir. Hatta makalesinde “bu teknik bilgisayara dayalı çizimi temel alır ve yalnızca çizgesel değil aynı zamanda yaratıcı bir tasarım ve üretim aracıdır” diyerek tasarımın kendisinin üretimle aynı süreçte birleştirilebileceğini söylemiştir. Buda göstermektedir ki bir kavram hem tasarımın metodu hem tekniği hem aracı hemde üretimin kendisi olabilmektedir.

Eğer ekolojik-çevreci tasarım molekül içi yapısına dokunmadan da olsa genetik mimaride kullanılanlar gibi canlı malzemeler kullanırsa, yeni sibernetik-dijital tasarım tekniğinde de genetik mimaride kullanılanlara benzer malzemeler kullanılabilir. Geriye yapılması gereken tek bir şey kalır, o da dijital organizizmin birleri ve sıfırlarıyla DNA’nın yeniden yapılandırılmasında kullanılan dizilerdeki birler ve sıfırların birbirine bağlanmasıdır. Böylece bu yapıların canlı binalar gibi büyümeleri sağlanabilir. Bu gerçekleştiğinde, gerçek *siber-eko füzyon tasarıma* ulaşılmış olunur.

Chu (2004) irade kavramının genetik mimarlıkla birlikte mimarlık disiplinine girdiğinden bahseder. “Mimarlıkta morfodinamik sistemler yaklaşımının aksine, morfogenetik oryantasyon mimariyi ortaya çıkaran yaradılış ilkesi ve oluşumu temel alır. Bu şekilde, yalnızca mimari yapının oluşumunu ve bileşenlerini düzenleyen dışsal konuları temel alan morfodinamik yaklaşımda bulunmayan irade (*will to architecture*) kavramı mimariye girmiş olur.” Bu açıklamadan yola çıkarak, genetik sistem kendi kendini üretebilmek için gerekli açıklamayı içerisinde barındırır diyebiliriz. Chu’nun irade diye kastettiği budur aslında.

Chu’ya (2005) göre Eisenman’ın izlediği yöntem “biçimsel aksiyomlara” (*formal axioms*) dayanmamasına rağmen, Eisenman “morfogenetik oryantasyonun” (*morphogenetic orientation*) öncülerinden kabul edilir. Onun ilk zamanlarda Chomsky’nin gramerinin derin yapılarına duyduğu ilgi, onun daha sonraki dönemde,

genetik mimarî teorisinin gelişmesine kaynaklık eden ikiz kavramlar olan “mimarinin içsellliği” (*interiority of architecture*) ve “üretimselliğin otonomisine” (*autonomy of thr generative*) duyacağı ilginin göstergesidir.

Chu (2004) Genetik Mimarlığın Metafiziği ve Hesaplama (*Metaffysics of Genetic Architecture and Computation*) başlıklı teorisini ortaya koyduğu makalesinde Eisenman’ın anlayışıyla ortak noktalarını ve farklılıklarını belirtir. Chu’ya (2004) göre Eisenman daha az biçimsel bir *yeniden yazım* konsepti olan “diagram”ı ortaya çıkarmıştır. Halbuki Chu’nun önerdiği biçimsel konsept *yinelemeye* dayalıyken, Eisenman’ın önerdiği konsept yorumbilgisel ibareye dayanmaktadır. Bu fark Chu’nun önerdiği mimarinin genetik yorumlanması olarak değerlendirildiği Eisenman’ın yaklaşımından temel olarak farklı kılar. Eisenman’ın yaklaşımı yoruma dayalı yolların izlenmesiyle oluşur. Chu’nun önerdiği “genetik mimarinin monadolojisi” ise, her ne kadar onun teogonisini içermese de, “*Leibniz Monadolojisi*”nin bir uzantısı ve dönüştürülmüş halidir. Felsefî açıdan ele alınırsa, iki yaklaşım da günümüzde hesaplamanın içerisinde yer aldığı yaratıcı alanda sözcüklerin bulunmamasından doğan boşlukta etkili olmaktadır.

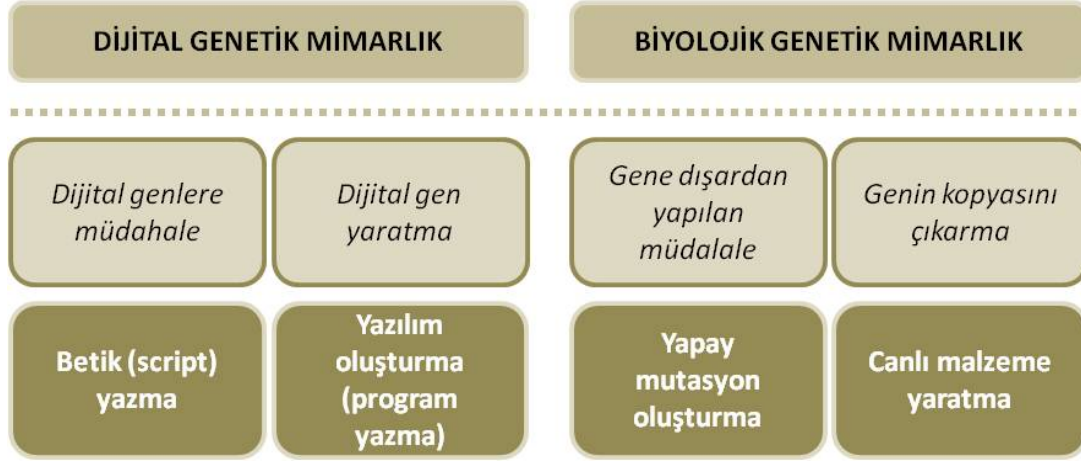
Estevez’e göre (2003) “Yeni Ekolojik-Çevreci Tasarım”, yaklaşımının bünyesinde estetik ve çevreci ekolojik yaklaşımın yerini alarak ya da bu yaklaşımla karşılaştırmalı olarak, geliştirilmiş fiziksel ya da metafizik koşullarda etik ya da estetik kaygılar güderek gerçek ve doğal canlı unsurlar kullanılmaktadır. Bu mimari yaklaşımın biyolojik temellere dayandığı söylenebilir ve de genetik yaklaşımın yerini aldığı düşünülebilir. Çünkü ancak tasarımcının istekleri doğrultusunda, canlı varlıkların mimaride kullanılmasını olanaklı kılan belirli bir genetik manipülasyonun tasarıma dahil edilmesi söz konusu olduğunda, bu tasarım türü gerçek genetik mimarlık halini almaya başlayacaktır. Bu durumda şöyle bir tanım yapılabilir.

Yeni ekolojik çevreci tasarımın özellikleri;

- hesaplama biliminin ilkelerinin esas alan
- çevreyle etkileşim halinde olan
- biyolojik temel ve genetik yaklaşımı benimseyen
- genetik manipülasyon tasarıma dahil eden

- otomatikleştirilmiş üretimi mimariye aktaran
- gerçek DNA örnekleri ile çalışan

Genetik mimarlığın dijital ve ya biyolojik olma durumuna göre değişen gen kavramının neye denk düştüğü amacı ve kullanılan araçları Şekil 4.11’de diyagramatize edilmiştir.

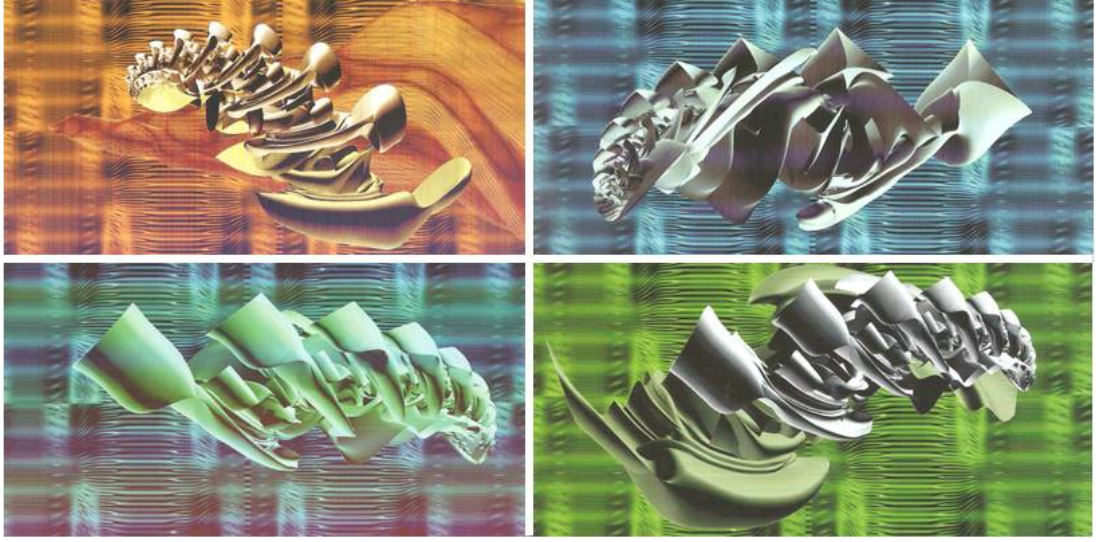


Şekil 4.11: Genetik Mimarlık kavramlarının analizi.

Chu’nun çalışmaları ise karmaşık sistemler ile dijital “genetik mimarilerin” geliştirilmesine yönelik evrimsel bir yaklaşımın spesifik yörüngesinde ilerlemiştir (Imperiale, 2000). Chu’ya göre, gerçek uzayı taklit eden bir modeldense genetik uzay modeli, potansiyel bakımdan daha üstündür. Sözü geçen taklitçi tutumun yalnızca geleneksel mimari dillerini devam ettirdiğini ve “halüsinojenik” manzaralara kaçışa yol açtığını savunur (Chu, 1998). *Architects in Cyberspace 2*’de formlar daha çarpıcı olsa da (Şekil 4.12) aynı estetik üslubu takip eder; renk bakımından zengin kıvrımlı formlardır. Seçtiği spesifik araştırma konusuna yoğunlaşan Chu, daha sonra yazdığı metinlerde, siberuzayı³¹ çalışmalarının bağlamı olarak gördüğünü daha detaylı olarak açıklar. Böylelikle, mimarinin uyması gereken yeni faaliyet koşullarını irdeler. Chu ayrıca mimari disiplinde mekanın zamana olan baskınlığını zorlar. Chu, “biyomekanik” bir organizma olarak nitelendirilen internetin “kendi geçici

³¹ **Siberuzay (cyberspace):** Siber uzay, (orijinal anlamını karşılamasa da yaygın olan bir başka kullanımıyla **sanal alem**, *cyberspace*) terimi bilgisayarların ve onu kullanan insanların İnternet ve benzeri ağlar içinde kurduğu iletişimden doğan sanal gerçeklik ortamını anlatan metaforik bir soyutlamadır. İlk William Gibson’ın *Neuromancer*’ında ortaya atılan bu terim, taranıp dolaşılabilir enformasyon uzamını anlatmaktadır; siberuzay, sanal gerçeklik uzamları ve internete işaret etmek için de kullanılmaktadır. (http://tr.wikipedia.org/wiki/Siber_uzay)

dinamiklerini” geliştirdiğini fark etmiştir. Chu, (1998) “Mekanı zamandan öncelikli gören önceki bütün mimari formlarının aksine, internetin kendi zaman üsleri içerisinde organik olarak gelişip dönüştüğü görülebilir” demiştir. Bu yeni zaman üsleri, Chu’ya dinamik olarak evrim geçiren mimarileri keşfetmesi için bir bağlam sağlar.

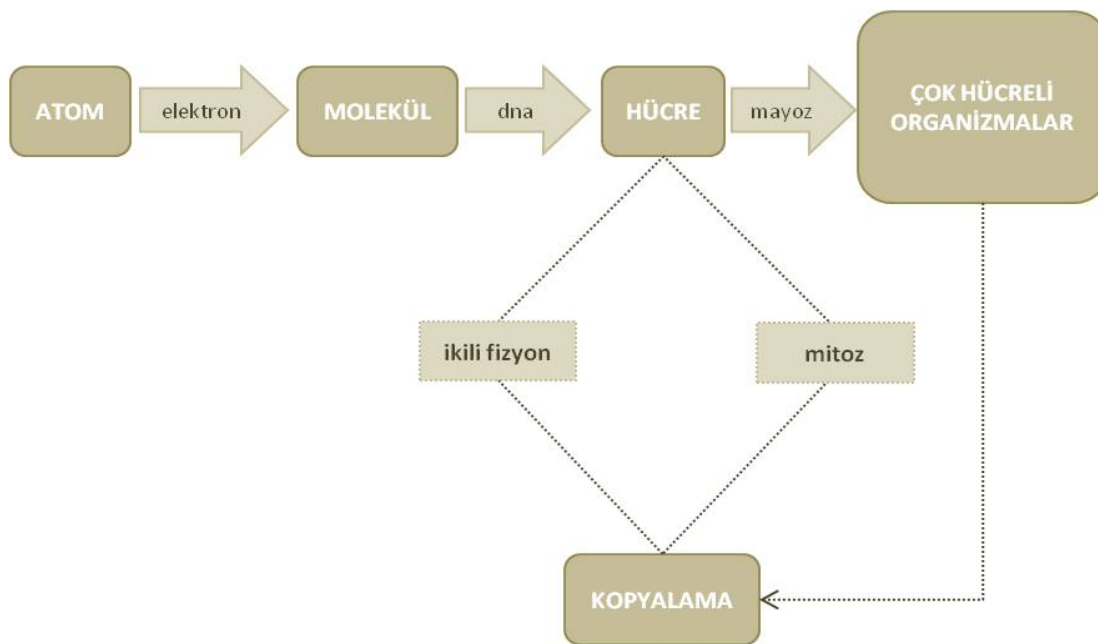


Şekil 4.12: Chu’nun Genetik Mimarlık çalışmaları (Chu, 1998)

Chu (2004) Genetik terimini, biyolojiden türeyen bir terim olmasına rağmen, Genetik Mimarlık çerçevesinde, felsefî temelleri moleküler biyolojinin sınırlarının ötesine uzanan özyineleme ve kendi kendini kopyalamanın birbirine bağlı mantığına dayanan temel mantığı ifade etmek için kullanmaktadır. O yüzden, Estevez’in aksine genetik mimarlığın ne biyolojinin bir ifadesi ne de biyomimesisin bir türü olduğunu kabul eder. Bunun yerine genetik mimarlığın kuramsal kökenleri, genetik mimari söz konusu olduğunda, John von Neumann’ın icat ettiği hücresel otomaton ve “von Neumann mimarîsi” olarak adlandırılan kendi kendini kopyalayan sistemlere dayandırmaktadır. Modern hesaplama sistemlerinin gelişmesinin ilk günlerinden beri, kendi kendini kopyalama fikri John von Neumann tarafından ortaya atılmıştır (Martin, 2000).

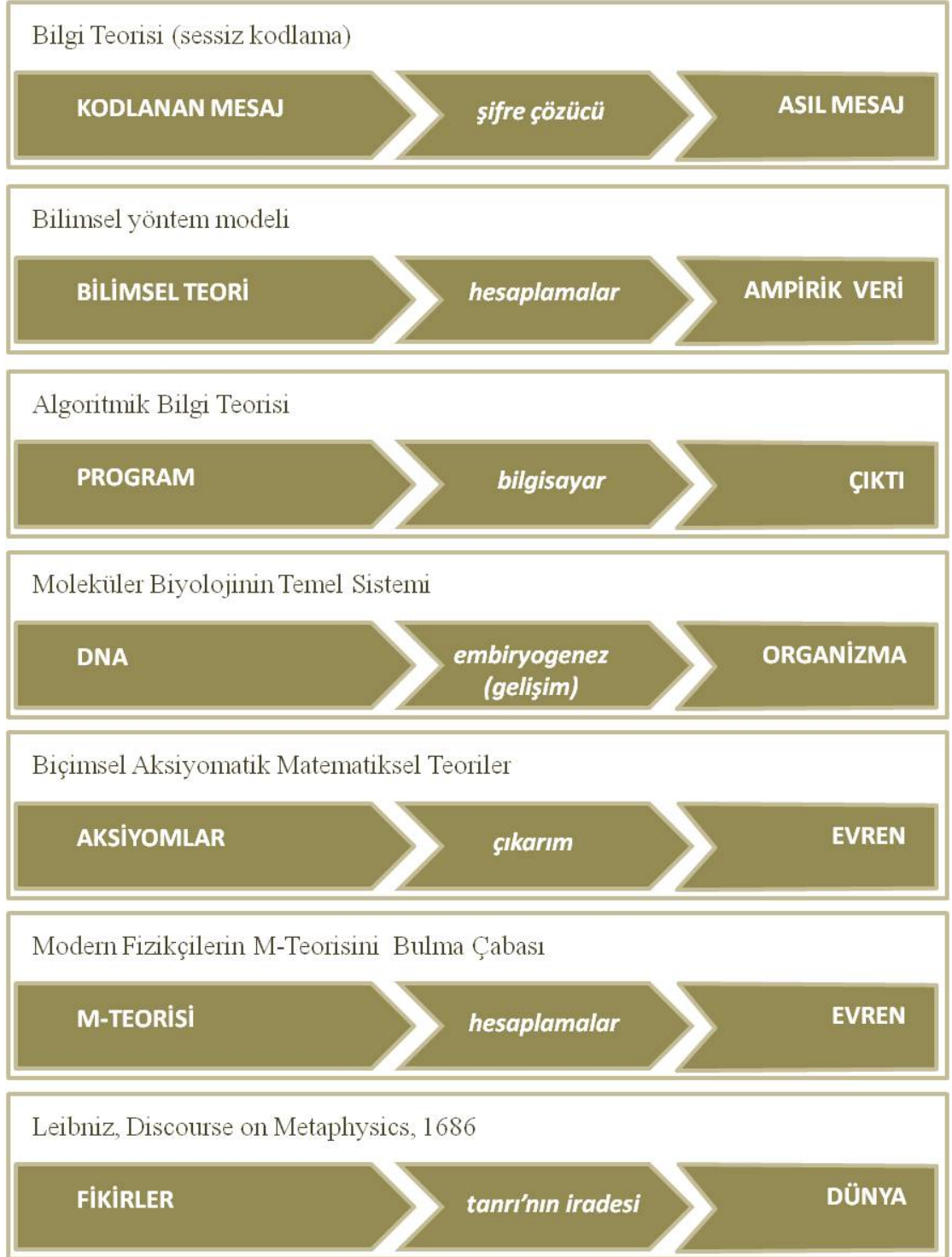
Kendini kopyalayabilen, tasarlayabilen yaratabilen bir sistem olması dolayısıyla tersinir bir metaforla Von Neumann Mimarisi isimlendirilen, bu mimarî, kayıtlı hafıza programı ile modern hesaplama sistemlerinin ilk örneğidir. “Von Neumann mimarîsi” kendi kendini üretebilen makine fikrini ortaya çıkarmayı başarmıştır. Bu makine kendinin kopyalarını üreten ve inşa eden bir robottur. (Poundstone, 1985).

Biyolojinin temelinde yatan bu kavramda kendini kopyalama, bir sistemin kendi tam tanımını içinde barındırma hem de yeni kopyalar üretmek için gerekli bu bilgiyi kullanma becerisidir.



Şekil 4.13 : Organizmaların üreme süreci, Anton (2012)'den uyarlanmıştır.

Çizelge 4.2: Chatin’in Algoritmik Bilgi Teorisinin temelinde yatan formülasyon, Chatin (2001) ve Chu (2004) makalelerinden birleştirilerek uyarlanmıştır.



“Algoritmik Bilgi Teorisi”nin (ABT) temelinde yatan düşünce bilimsel teorisinin bir bilgisayar programı olduğu, program ne kadar kısa ve öz olursa teorisinin de o kadar iyi olacağıdır. Algoritmik bilgi teorisinin bu düşünce biçimi Çizelge 4.2’deki diyagramların tümünün ortak bir esasa dayalı olduğu düşüncesine yansıtılmıştır.

Herbir durumda, elde edilen sonuç için ne kadar bilgi yüklediğimiz düşünülebilir. Her şey rakamsal ve soyuttur. Herbir durumda sol taraf sağ taraftan daha küçüktür. Her durumda, sağdaki kavram mekanik ya da sistematik olarak sol taraftaki kavramdan yola çıkılarak inşa edilebilir (yeniden inşa edilebilir) ve her durumda sol taraftaki kavramı olabildiğince küçültmeye çalışılırken sağ taraftaki kavram sabit tutulmak istenmektedir. Ancak bu başarıldıktan sonra, sol taraftaki kavramın boyutunu sağ taraftaki kavrama denk gelen bir basitlik ya da karmaşıklık ölçüsü olarak kullanılabilir.

Chu (2004) irade kavramından bahsederken mimarlığın kendisinin içinden gelen sesle olmak istediği şey diye bahsetmektedir. Leibniz ‘in tanrı iradesinden kaynaklanan en büyük monad dediği ve monadlar içinde en az değindiği dünya ise Chu’nun bahsettiğinden farklı olarak tek bir dünyadır. Chu’nun olası dünyalar diye bahsettiği en büyük irade’nin gerektirdiği durum ise çoğuldur.

5. GENETİK MİMARLIĞIN PROBLEMATİKLERİ

Mimarlık disiplininin görevi, mimari bir ürünün ortaya çıkışının, oluşumunun prensiplerini açıklamak ve oluşumu tasarımcılar için faydalı kılabilen olan matematiksel süreçleri özetlemektir. Bu şu anlama gelmektedir; organizasyon ve etkileşimin prensip ve dinamiklerini ve ayrıca doğal sistemlerin uyum gösterdiği ve yapay olarak oluşturulmuş sistemlerin de yararlanabileceği matematiksel kuramların araştırılması gerekmektedir. Ve bu araştırmaya şu soruları sorarak başlamak uygun düşmektedir: “Oluşan nedir”, “oluşum neyden kaynaklanır” ve “oluşum nasıl meydana getirilir?”

Matematik mimarlık disiplininde daima önemli bir rol oynamıştır fakat mimarlığın materyal amaçları ve teorileri ile bağlantılı olarak matematiğin niteliği ve fonksiyonu da çeşitlilik göstermektedir; bu sebepten dolayı da kesin bir tanım yapmak çok kolay olamamaktadır. Günümüz mimarlık anlayışında daha gelişmiş matematiksel bir yaklaşıma şu iki sebepten dolayı ivedilikle ihtiyaç vardır;

- Yapı biliminin ortogonal geometrinin ekonomik sınırlamasından kurtulması, form ile yapı ustalarının bilgisayara dayalı fabrikasyon süreçlerinin mimarlık tanımları arasındaki ortak alanın daha belirgin olmasını gerektirmektedir.
- Çağdaş yapı biliminin karmaşık geometrilerine yönelik mühendislik tasarımı, somut bir matematiksel temelden başlamalıdır.

Bunlar Genetik Mimarlığın önemli problemleri olarak görülebilir. Bir diğer problem ise, mimarinin teorik yapısında bir boşluk, yani bilimsel yöntemlermiş gibi görünen fakat net bir amacı, matematiksel araçları ve teorik bütünlüğü olmayan tasarım süreçlerinin çoğalmasındır. Biyoloji, fiziksel kimya ve matematik disiplinleri arasındaki karşılıklı teknik ve fikir alışverişinde de bir karışıklık vardır. Bu disiplinler farklı ve neredeyse birbirinden ayrılmıştır; fakat yine de birbirleriyle örtüşürler ve aralarındaki hudutlar belirsizdir. Oluşumla ilgili ortaya çıkan kavramlar ve oluşumun sonradan gelen gelişimi bahsedilen teknik ve fikir alışverişleri içerisinde bulunabilir.

Özellikle kavramsal aşamada mimarlıkta tasarlama eylemi birçok rastlantısal etmenin sonucudur dolayısıyla öngörülebilir bir şey değildir. Projedeki tüm koşullu faktörün bir araya gelmesi bir düzen sırasında değil, hem çözümü hem de tasarım problemini modifiye eden sayısız tekrarlar yoluyla gerçekleşir. Bu süreçte tasarımın ilerleyişini aksatacak birçok değişken bulmak normaldir. Bu yüzden mimarlar kendilerini çözümlere götürmekte rehberlik edecek, onları yaratım sürecinin rastlantısal etmenlerinin ötesine taşıyacak geçerli ilkeler bulmalıdır. Doğal seleksiyon sürecinin biyolojik benzeşiminin uygulanması, proje hedeflerine en az uygun olan çözümlere karşı çıkan seçici bir süreç yoluyla kesin bir çözümün elde edilerek opsiyonları sınırlayıp görüşlerin tanımlanmasını sağlar. Bu aynı zamanda yaratım sürecinin tekrarlayıcı tabiatını, farklı bakış açıları arasındaki rekabeti, görüşlerin simbiyozunu ve evrimi sürdürmek için seçmeli elemanlara olan gereksinimi de gösterir.

Sonuç olarak, mimar artık nihai şekli ya da süreci düşünmek zorunda değildir. Mimar bir genetikçi gibi, ürünü ortaya çıkaracak olan yazılımı, DNA zincirini (yapay ya da gerçek) tasarlayacaktır. Bireyin kendisi de bir ırk gibi, sınırsız sayıda küçük otomatikleşmiş varyasyonlar üretebilir. Değişkenliğin otomasyonu yalnızca şanslı olduğumuzda ortaya çıkacak bir sonuç olmak zorunda değildir. Estevez (2000) en belirgin ayrımı “Geleceğin mimarı artık duvar ustalarını yönetmeyecek, geleceğin genetik mühendisleri olacak.” diyerek açıkça dile getirmiştir.

Stephan Wolfram (2002) “A New Kind of Science” kitabının girişinde “Yeryüzündeki yaşamın ve zekanın geçirdiği evrim sonunda şu anda neredeyse bir şeyleri yoktan var etmeyi mümkün kılacak bir aşamaya ulaşmıştır.” diyerek yoktan var etme ediminin yaratıcılıktan çok zekayla ilişkili olduğunu vurgulamıştır. Yani mimarlığın yaratıcılık vasıflarıyla yapılabilen bir iş olmaktan çok zekanın bir ürünü olabilecek işler ortaya koyduğu düşünülebilir. Nitekim hesaplanabilir olmada yaratıcılıktan çok alternatif üretebilme kapasitesiyle ilgilidir.

Günümüzde mimar, alışlagelmiş tabirle “orquestra şefi” pozisyonundadır. Bu durum Genetik Mimarlık nesnesi üretilirken de devam etmektedir. Çünkü ortaya çıkacak ürünün bütünselliği tasarımla ilgilidir. Fakat mimarın ilişki kurduğu disiplinlerde farklılık sözkonusudur. Mimarlık ve genetik teknolojisi işbirliği, ilgili disiplinler için de yeni araştırma alanları demektir. Yapı yapma ve mekan yaratma amacıyla

yapılacak ortak çalışmalar, yeni keşif alanları doğurur. Mimarın bu tasarım sürecindeki rolü, genetik mühendisiyle yapacağı ortak çalışma olan zinciri programaktan ibarettir. Sonrasında kendi kendine gelişen yapı için, inşaat eyleminde bulunmak gerekmez. İnşaat DNA inşaatından ibarettir.

Genetik mimarlık söyleminde, mimarın artık sonuç ürünü değil mimari süreci düşünmek durumunda olduğu ve mimarın, bir genetik mühendisin DNA üzerinde yaptığı çalışmalara benzer şekilde, kendi kendine ürün geliştirebilecek yazılımları tasarlayabileceği düşünülmektedir.

Genetik mimarlık, tamamen kendi hücreleri ve genetik bilgisiyle sürekli üreyen, değişen, gelişen, büyüyen ve hatta ölen mimari mekanlar yaratmak amacındadır. Genetik mimarlık, “doğanın içinde yaratmak” demek değil, “doğayla birlikte, ona rağmen yaratmak demektir” Estevez’in (2003) şu sözleri bunu destekler niteliktedir. “... yeni mimarlar doğanın kendisini yaratıyor olacaktır... Doğa gibi yaratmak ilgisi azalmaktadır, çünkü bugünden sonra her gün yeni bir doğa üretiliyor olacaktır.”

Mimarlıkta temsil konusunun genetik mimarlıkla olan ilişkisi ürünlerinin çoğunun henüz dış dünyada ki fizikselliğe bürünmemiş olmaları üzerinden kurulabilir. Bir bakıma genetik mimarlık nesnesi olarak üretilen herşey şimdilik sanal ortamlarda inşa edilmektedir. Hiçbir şekilde yapıya dönüşmemiş bu temsillerin kendisi aslında mimari birer üründür. Bugün için yapının temsil ettiği gerçekliğe belkide yapıdan daha çok hizmet ettikleri söylenebilir. Genetik Mimarlık şu anda teknolojinin kendi düşünce düzeyine gelmesini bekleme aşamasındadır.

Doğanın kendi düzeni içerisinde temsil kavramını aramak anlamsızdır. Bir canlı oluşmadan onun temsilinden bahsedilemez. Oysa ki Mimarlık nesnesi tanımlanırken, zihinde ekranda yada kağıt üzerinde bir taslak mutlaka vardır. Bu taslağın o nesnenin bir temsili olduğu kabul edilmektedir. Eğer Genetik Mimarlık tam anlamıyla gerçekleşirse, gerçek Genetik Mimarlığa ulaşılabilirse, doğal süreçler hiçbir şeye ihtiyaç kalmadan kendi kendini yönetebilirse belki de temsil kavramını önemini yitirecektir.

Temsilin gerçeklikle kurduğu ilişki nedir diye baktığımızda genetik mimarlık bu noktada temsili reddeder. Çünkü genetik mimarlık sadece binayı tasarlamaz. Binanında içinde bulunduğu çevreyi onula birlikte ekosistemide tasarlar. Bu

Temsil iki türdür. Paradoksal bir yanı vardır. Birincisi zihinde oluşan bir fikri zihnin dışında denemek ardılına dayanırken, öte yandan zaten zihnin dışında olan bir şeyi akılda tutmak için soyutlayarak zihne yerleştirdiğimiz şeydir. Gerçeğin zihindeki temsili ve zihindekinin gerçekteki temsili. Zihinde bulanık olan imge ile eskizin doğası birebir örtüşür. İlk imge belirsiz, bulanık ve tanımsızdır. Konvansiyonel mimarlık anlayışında ki yukarıdan aşağıya sistemlere göre üretilmiş bir düşüncedir ve mimarlığın en temel temsil aracı olan eskiz anlayışını alt üst etmektedir. Genetik Mimarlığın dayandığı aşağıdan yukarıya tasarım yaklaşımı temsilin bu gücünü ters yüz eder. Çünkü en başta bütüne yönelik ilk imge diye bir şey yoktur.

The diagram illustrates the concept of Genetic Architecture (Genetik Mimarlık) across time and representation. It is structured as a 2x3 grid with a central horizontal axis and a vertical axis.

- Columns (Time):** The columns are labeled "geçmiş" (past), "bugün" (today), and "gelecek" (future).
- Rows (Representation):** The rows are labeled "yapı" (structure) and "temsil" (representation).
- Central Axis:** A horizontal line with arrows at both ends passes through the center of the grid.
- Genetic Architecture:** A grey sphere labeled "Genetik Mimarlık" is positioned on the "temsil" row, centered under the "gelecek" column. It is connected to the "yapı" row by a vertical line.
- Curved Lines:** White curved lines connect the "yapı" and "temsil" rows across the columns, suggesting a relationship or flow between structure and representation over time.
- Vertical Axis:** A vertical line with arrows at both ends passes through the center of the grid, intersecting the "yapı" and "temsil" rows.

150

Bugünün mimarlık ortamında plan kesit ve görünüş ürünün fiziksel özelliklerini ortaya koyar. Soyut ve somutluk dereceleri içerdikleri bilgi düzeyine göre değişiklik gösterir. Bunlar aslında üretim aşamasına yönelik çizimlerdir ve genetik mimarlıkla birlikte bu aşamada saf dışı bırakılmış olur. Çünkü üretim sürecinin değişmesi dosyadan üretime “*file to factory*” anlayışından dosyadan dosyaya “*file to file*” anlayışına geçmekle üretilen nesnenin prototipinin yapılmasına ihtiyaç kalmadığından bu aşamadaki temsil araçları da önemini yitirmiştir.

Dijital teknolojilerin Mimarlıktaki hakimiyeti ve yaratılan bu yeni mimarlık ortamı gerçek ve sanal arasında oluşan çelişki üzerine yeni tartışmalara neden olmuştur. Mimarlığın fiziksel olmayan varlığı sanallığın rehberliği eşliğinde yeniden şekillenmiştir. Kas Oosterhuis bu durumu şöyle tarifler; “...Mimarlık artık sabit bir son imaja sahip değil, görünen biçim tahmin edilemeyen hava durumu gibi sürekli değişiyor...” (Oosterhuis, 2002)

Siber uzay Benedikt’e (1991) göre bilgisayarlar ve iletişim ağları ile tanımlanan alternatif bir evren ya da sanal bir dünyadır. Sanal ortamları ve mekânsal benzetimleriyle gerçeklik hissinin sınanabileceği metafizik bir deney ortamı sunar. İnsan eliyle ve bilgisayar yoluyla oluşturulan bu yeni mekânla ilgili bütün kararlar insanlar tarafından verilmektedir.

Sanallık ve gerçekliği birbirinden ayırmak imkânsız gibidir ve her zaman tartışılan bir konu olmuştur. Aslına bakılırsa, sanal kavramı gerçek olan ama somut olmayanı tanımlar. Yani bir olgunun ya da durumun sanal olması gerçek olmadığı anlamına gelmediği gibi, birebir gerçeklikle örtüşmesi de beklenemez. İto’ya (2007) göre sanal mimarlık gerçek ve aynı zamanda potansiyel mimarlıktır. Franck ise sanallığı gerçekliğin en ilginç katmanlarından biri olarak görür (Franck, 2000).

Duruma mimarlık pratiği çerçevesinden bakıldığında ortaya çıkan bu yeni ortamı mimar iki biçimde kullanabilir. Bunlardan birincisi, bu ortamı gerçek dünyanın bir kopyası biçiminde kullanmak ve sanal dünyayı bu dünyada inşa edilecek olanı sınamak maksadıyla kullanmaktır. İkincisi ise bu yeni ortamı başlı başına kendi gerçekliği olan ve dış dünyayı taklit etmeye çalışmayan yepyeni bir gerçeklik olarak kullanmaktır. Franck’a (2000) göre, sanal mimarlıkla ilgilenen mimarlar yerçekimi, iklim ve maliyet gibi gerçek dünyanın fiziksel ve maddesel şartlarını göz ardı

etmektedirler. Buna karşın, dijital dünyanın korunaklı yaşam mekânını terk ettikleri anda donup kalmaktadırlar. Birinci durumda sanal ortam fiziksel dünya için bir deney ortamı ve araç iken, ikinci durumda kendisi başlı başına bir amaç ve mimarlık pratiğinin sonuçlandığı bir platformdur. Mimar ya da tasarımcı bu ortamın bütün şartlarını belirleyerek öncelikle bu ortamı '0'dan oluşturmali, daha sonra yarattığı bu yeni ortamda tasarımını gerçekleştirmelidir.

Chu, (2005) bitki büyüme sürecinin benzetimini yapan kural tabanlı dallanma prosedürlerini şöyle açıklar. "Sistem, dijital modelleme programı ile yeniden yazma kurallarına ve yöntemine göre çalışır." Bu yöntemle tanımlanan kurallar dizisine göre oluşturulan nesne, geri beslemeli bir biçimde her seferinde yerine yeni nesneler getirerek karmaşık bir nesneye dönüştürülür. Tam da bu noktada tasarımcı süreç boyunca biçimlenmenin temelini ve kurallarını oluşturan genetik kodu yazar. Farklı çoğalma işlemleri ile aynı temelden gelen, içinde küçük farkları olan biçimler üretilir ve bu yöntemler ile çok sayıda çeşitliliğe sahip farklı alternatifler elde edilir.

Karl Chu'nun Kaliforniya Mimarlık Enstitüsü stüdyosunda öğrencileriyle birlikte Lindenmayer sistemleri kullanarak geliştirdikleri tren istasyonuna ait projede (Şekil 5.2) gösterilen kodlar tüm projeyi temsil eden formüllerdir.



Şekil 5.2 : Tren İstasyonu Örtüsü, Edgar Mayor ve Einar Wahlstroem (2003)

Genetik mimarlık doğa kavramıyla çok yakından ilişkilendirilebilir. Günümüzde insanın doğayla olan ilişkisi çok farklı bir boyut kazanmıştır. Doğa artık insanlara sonsuz bir kullanım hakkı tanımamaktadır. Bilinçsiz bir şekilde sömürülen doğadan artık tükenme noktasına gelen kaynakların durumu gözönünde bulundurularak farklı bir fayda sağlama yoluna gidilmiştir ki oda bir örnek ve bir model olarak yararlanma sürecidir. Böyle bir model olma durumundan dolayı doğa son yıllarda iyice odak noktası haline gelmiştir. Bunun sebeplerinden biride dijital teknolojilerin gelişmesi

ve doğanın mevcut işleyen sistem ve süreçlerinin detaylı ve eksiksiz incelenebilme olanağıdır. Bilgisayarın sistem analizinde bir araç olmaktan çıkıp, üretken bir ortam olarak kullanılmaya başlaması. Bu noktada bir dönüm noktasını işaret etmektedir.

Bilgisayar yardımıyla doğanın sistemlerini çözmeye yönelme tavrı günümüzde önemli bir düşünsel akım olarak kabul edilmektedir. Bu literatürde yenilikçi tasarım yaklaşımları diye geçmektedir ve genetik mimarlıkta bu yaklaşımların içinde yer almaktadır.

İnsanla doğa arasında yüzyıllar boyunca ya insan ya da doğa edilgen olagelmıştır. Doğa felaketlerle insan üzerinde bir etki kurmaya çalışırken, insan da akıllı ve bilgisiyle doğa üzerinde hakimiyet kurmaya çalışmıştır. Doğanın kontrol edilemez ve belirsiz tutumu insanlığı her anlamda zorlamıştır. İnsanoğlu üretmeye doğayla mücadele edebilmek için başlamıştır. Doğa en büyük ve mutlak güç iken insan onu keşfetmiştir. Bu keşif daha sonra fayda sağlamaya dönüşmüştür. Doğaya salt bilgiyle yaklaşmak insan ve doğa arasındaki ilişkiyi zayıflatmıştır. İnsanın etkinlik alanı genişlemiş, doğa bir kenara itilmiştir. En başta doğa hakimken ve insan azınlık durumundayken şimdi artık öteki diye tarifleyebileceğimiz bir doğa oluşmuştur. İnsan bir merkeze kendini oturtmuştur ve “doğa” artık “öteki” dir.

Genetik mimarlık, doğanın içindeki oluşum süreçlerinin arkasındaki ilkeleri kendi tasarımlarına katarak görünür kılar ve idrak eder ve böylece doğayı içselleştirirken aynı zamanda da doğanın içinde olma durumunu deneyimler. Bu da aslında yapmak ve doğa arasındaki arakesit üzerinde yer alır. Genetik mimarlık doğadaki süreçleri ve döngüleri işleyen, doğaya dair konseptleri taklit yoluyla yorumlayıp tasarım sürecine dahil eden ürünleri konu alır. Doğanın işletim prensiplerine ve kavramlarına sahip çıkar.

Doğa yaratım konusunda en çok bilginin depolandığı daha doğrusu yaratmanın her türlü prensibinin asıl olan düzenin, ayrıca düzeni kuran güç ve enerjilerin arasındaki ilişkilerin görülebildiği bir platform ve aynı zamanda birincil kaynaktır. Bir çiçeğin geometrisinden tutunda bir taşın moleküler oluşumuna ve suyun döngüsüne kadar hep aynı ilkeler dizini, aynı mantıksal kurallar içerisinde gider gelir. Aslında ilke basittir. O yüzden insanoğlu tükenmekte olan doğadan, kaynakların kıtlığından söz

etmek yerine doğanın biçimlendirici ilkelerini anlamak, fark etmek, özümsemek ve içselleştirmek için doğaya olan yaklaşımı revize etmek zorundadır.

Yapaylık her zaman doğallık üzerinden okunur. Yapay olanın doğal olanla bir bağlantısı yoksa böyle bir kavramdan sözedilemez. Yapay olan doğal üzerinden üretilen, doğal olanın spekülasyon, manipülasyon, indirgeme, benzeşme gibi süreçlerle yeniden değerlendirilmesi sonucu ortaya çıkan, ikincil daha doğrusu ardçıl bir oluşumdur. Yapaylık ve doğallık karmaşık ve çelişkili önermeleri bünyesinde barındırır. Çünkü bu ikili arasında çift taraflı döngüsel bir ilişki vardır. ”Doğal” olmanın koşulları üzerinden “yapaylık” tanımlanır yada derecelendirilir. Yapay olana göre ise doğal olanın gerçekliği algılanır ve anlamlandırılır. Yapay olan kurgudur. Doğal olan kendiliğindendir. Yapay olanın kaynağı, çıkış noktası ve de referansı vardır. Ancak burada bir çelişki olduğunu da gözardı etmemek gerekir. Kurgu olanın kendi yaşamı, özgün deneyimi bağımsız iradesi olabileceği de kaçınılmaz bir gerçektir.

Yapay olan doğal olanın görünen özelliklerinin dönüştürülmesiyle üretilir. Ancak asıl kaynak o özelliklerin ortaya çıkmasını sağlayan, yönlendiren biçimlendiren ilkeler ve sürecin kendisidir. Ama genetik mimarlık görünmeyen özelliklerle ilgilendiğinden aslında yapay olma ve taklit olma durumundan başka bir boyuta geçer.

Chu (1998b) yoğun mimari incelemeler sayesinde bir “ön-mekan” (*prespace*) ya da “tipik mekan” (*modal space*) geliştirmiştir. Chu’nun incelemeleri mimarideki yapılandırılabilir ile inşa edilebilir arasındaki önemli farkı belirsiz kılan maddesellikte rahatlık ve inşa edilebilirlik üzerindeki ısrarın daha genel bir kritiğinin bir parçası olarak görülebilir. Chu (1998b) “naif realizmdeki gibi en sınırlandırıcı durumlarda bile mimarinin kalitesi ve tanımlanabilirliği artık sadece inşa edilebilirliğin empirik mantığına dayandırılmaz, ancak “modal” mekanda yapılandırılabilirlik alanına kadar genişletilmesi gerekir.” diyerek görüş bildirmiştir. Bir diğer deyişle mimari artık salt en son elde edilen bina üzerinden değil onun yapılandırılması yönüyle de ele alınmalıdır. Chu’nun burada amacı inşa edilebilirlik mantığını tümüyle konu dışı bırakmak değildir, zira kendisi hala binalarının yapılandırılmasının gerçekleştirilmesini ve inşa edilmesini istemektedir. Ancak,

böylesi bir empirik mantığın fazlasıyla sınırlandırıcı olduğunu ve mimari tüm potansiyelini ortaya koymadığını savunur.

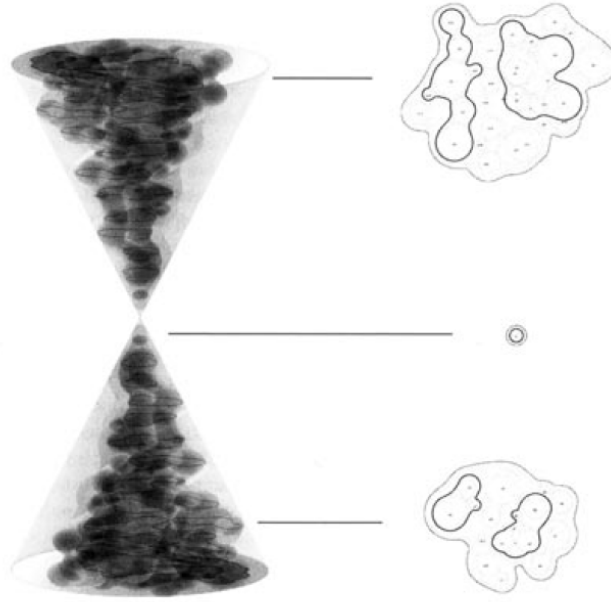
Chu (1998b) mekanın şimdiye kadar düşünülmemiş bir mimariyi üretebilecek iki farklı uygulamasını öne sürer: kavram ve nesne arasında bir düzlem ya da ontolojik bir aracı görevi gören bir mekan veya genetik bir mantık ve matematiksel bir yapıyla bir mekan vardır. Burada mekan her iki halinde de canlıları çevreleyen dünyayı anlamamız ve bu dünyayı dolduran maddeyi üretmek için kullanılan bir araç olarak görülmektedir.

Bu durum çok karmaşık olmasına rağmen hem tanımlayan hem de yerleşik potansiyelleriyle gömülü bir mekanın yapısı olarak görülebilir. Chu “immanenscendence (*içkinlik düzlemi*) konisi” adını verdiği (Şekil 5.3) mekansal bir diyagram oluşturmuştur. Bu, gerçek veya sanal nesnelerin oluşumuyla kavram ve fikirleri bir araya getirirken mimarların ne yaptıklarını tarif eden ontolojik bir amaç gibi davranır. Chu (1998b) kendi ön-mekan (*prespace*) ya da içkin düzlemini (*immanenscendence*) koninin ortasına, kavram ve nesne arasına yerleştirir, şöyle bir açıklama getirir:

“Düzlem ne bir kavram ne de bir nesne olarak görülür, düzlem; içkinliği çoklulukların makinik felsefesini oluşturmak için üzerinde birbirleriyle ilişkili kavramların aktif olarak görev aldığı görünmez bir tablet olarak düzenleyen gerekli bir somutlaştırma olarak görülür. Dolayısıyla içkinlik düzlemi olası tabakaların tek bir düşünceye düzeyine sıkıştırılmasının ontolojik konstrüksiyonu olarak düşünülür. İçkinlik düzlemini yeniden düşünmek varsayımlar içerisindeki düşünülmeenden başlamaktır”

Chu’nun gömülü mekanı yalnızca düşünce için bir lokasyon olarak değil olmak ve düşünmek için içkin bir yapı olarak ve tüm bilgi ve işleyenleri, dahil edilecek nesneleri de ilgilendiren mekansal bir yapı olarak da karşımıza çıkar. Chu’nun konisinin gömülü mekan içerisindeki geniş çaplı işleyenleri harekete geçirme yoluyla mimari üreten bir yapı sağladığını söyleyebiliriz. Chu bu aktiviteyi matematikçi Alan Turing’in teorik hesaplama makinesiyle karşılaştırarak tanımlar: [Evrensel Turing Makinesi]...parçaların yinelemeli üretimi yoluyla gerçekliğin derin gömülü yapılarını ortaya koyan ancak hesaplayamadığı anlamın göstergesel boyutunu açık bırakan bir alettir. Mantıksal bir derinliğe ve öneme ulaşmak için yalnızca silintinin

altına yazabilmesi de Turing Makinesinin bir ironisidir. Mantıksal olarak evrendeki her atom arasındaki uzaklığı hesaplamak hayal edebilir bir durumdur ancak bu fizik kuralları açısından imkansızdır. Matematiksel bir prespace oluşturarak böylesi fiziksel sınırlardan kurtulup daha önce düşünülmemiş bir mimari yaratabiliriz. Metamatiksel mekanın karmaşıklığı ve ölçütünde, Chu (1998b) bilgisayar uzmanı Tomasso Toffoli'nin şu sözünden alıntı yapar: “ asla bir hesaplama yapamayız, ancak halihazırda süregelen büyük Hesaplama (*Computation*) yolu üzerinde bir otostopla bu yolculuğa katılabiliriz”.



Şekil 5.3: “İmmanenscendence konisi” Chu (1995)

Dolayısıyla Karl Chu'nun “prespace”i matematiksel gerçeklik ile matematik zekasının limitsiz kaynağının kendini mekan yoluyla mimari formda sunmasına müsaade eden mimari gerçeklik arasında bir bağ olarak görülebilir.

Chu henüz üzerine düşünülmemiş bir mimari yaratmanın mümkün olduğunu düşünmektedir ve yapılan her şeyde tarihin var olduğunu yadsıyabilmektedir. Chu (1998b) nesne ve kavram arasında içkinlik düzlemi üzerinde konuşlanmış ancak aynı zamanda da düşünülmemiş olanı olma aşamasına getiren bir durum üzerinden hareket etmektedir. Chu geleneksel mimarinin tasarım süreciyle hiçbir bağı olmayan tasarım için bir mekan oluşturmaktadır. Bunun temelinde de öngörülemez

ve dolu olmasının yanında basit ve kontrolü mümkün olan bir mekan yaratmak yatmaktadır.



Şekil 5.4: Chu'nun "Phylogon" isimli projesi, Chu (1995)

Konstrüktivizmin içsel mantığı hesaplama formları, üretim sistemleri, özdüzenlemeler, birleşim teorileri, doğrusal olmayan dinamikler, morfogenetik potansiyeller, farklı gerçeklik rejimlerinde konfigürasyon mekanının istatistik modelleri, birleşimler, yapay yaşam, kompleksite, metroloji, limitlerin ve kategorinin ve set teoriyi kapsayacaktır.

Bu en azından bu tanım ve Chu'nun peşinde olduğu kavramlar ve nesne arasındaki saf ve basit pozisyondan son derece uzaktır. Ancak buna rağmen gömülü bir mekanın yapılarının maddeyi böyle yapılandırmadan, daha ziyade işletenlerin (parametreler, alanlar, kurallar ve enerjiler) içine dahil edilecek olduğu mekanı inşa edilebileceğini gösterir. Bu bağlamda Karl Chu'nun genetik süreci kullanımı Greg Lynn'in yukarıdaki gibi tanımlanan mekandaki mimarlık nesnesinin mekanik dönüşümlerinin biyolojik ve anatomik mantığına dayanan kullanımından farklıdır.

Bu yüzden nesneleri mimari tasarım sürecinde bir aracı olarak kullanmak ile mekanı (algoritma) kullanmak arasında bir fark olduğunu düşünülebilir. Lynn'in dinamikleri ise nesnelerin (Genetik Mimarlıkta bu canlı da olabilir) anatomik ve biyolojik

deformasyonlarına dayanarak objektif olurken Karl Chu'nun mekan yapıları matematiksel ve hesaplıdır.

6. SONUÇ

Genetik mimarlık kavramının kesin bir tanımı yapılamamaktadır. Alberto Estevez'in genetik mimarlık terimini "Genetik Mimarlık(lar)" şemsiyesinin altına koyup kendi sistematize ettiği kavramlarla birlikte açıklamasına daha önceki bölümlerde değinilmiştir. Aynı şekilde Karl Chu tüm bu gelişmelere "şimdilik hyperzoic paradigma diyelim" diyerek kavramı isimlendirmekte gösterdiği çaba göze çarpmaktadır. Dennis Dollens ise "biomimetikğin özünü görmek gerekir" diyerek çalışmalarını dijital botanik adı altında toplamaya çalışmaktadır. Bunların hepsi özde biyoloji, mimarlık ve teknolojiyi bir araya getirmeye çalışmaktadırlar. Genetik mimarlık disiplinler arası bir kavramdır. Dijital teknolojilerdeki gelişmeler, ekolojik gereklilikler ve genetik bilimindeki ilerlemelerin arakesitinde durmaktadır. Bu alanlar henüz birbirinin içine tam geçmiş değildir. Ancak birbirine dokunduğu noktanın keşfedilmesiyle bütünleşme mümkün olabilecektir. Bu disiplinleri birbirine kenetleyen ana olgularda aslında tam olarak keşfedilmiş değildir. O yüzden bu değme noktaları kavramların yaratıldığı arayüzler olmaktadır. Şu anda genetik mimarlık son derece kaygan bir zeminde kendine bir yer edinmeye çalışmaktadır. Bu arayışların sonunda varacağı nokta "yeni bir mimarlık tarzı ve akımı olacak mıdır"? sorusu mimarlığın cevap vermesi gereken bir sorudur.

Doğal elementlerden biyomimetik fikirler ve biyomimetik bilgi çıkarmak, bütün amaçlar için sınırsızdır. Ve eğer biyologlar ve diğer bilim insanları arasında yapılan işbirliği, hem tasarımcıları hem de bilim insanlarını memnun eden, yaratıcı çevresel ve ekonomik gelişmeler açısından bir ödül olarak görülürse, çıkarılan bilgiye ek olarak yeni bilgiler büyük ölçüde sağlanabilir. Tasarım; deneysel ve estetik potansiyel anlayışıyla uyuşan, teknolojik, biyolojik ve çevresel imkânlarımızın geliştiği bu çağda daha da ilerleyebilir ve yeni formlara dönüşebilir. Daha önceleri yapısal olarak bu formları çizmek, tasarlanmak veya inşa etmek imkânsızdı. Ancak günümüzde bu formlar çizelebilmekte, tasarlanabilmekte ve yeterli miktarda para temin edilebilirse üretilebilmektedir. Yani günümüzde tasarımcılar, teknolojik

yenilik ve malzeme gelişimi fikirlerini mevcut pratikle birleştirebilmekte ve onların üretilmesi için gerekli olan dijital ve bilişimsel sistemleri anlayabilmektedir. Yeni teknolojilere hazır olmak için, tasarımcıların ürünlerinin daha iyi olabileceği, endüstriyel tasarımın mimarlıkla bağdaştığı ve mimarlığın bilime ve çevreye karşı daha duyarlı olduğu yollar üzerine düşünmesi gerekmektedir.

Mimari artık genetik hesaplamalara bağımlı hale gelmiştir. Hyperzoic paradigma çerçevesinde ele alınan konuda belirtildiği üzere genetik hesaplamayla anlatılmak istenen kalıcı mekanın hesaplanabilir sınırları içerisinde olası dünyaların inşa edilmesi ve bir arada bulunmalarının sağlanmasıdır.

Yine genetik mimarlıklar tablosundan çıkarılabilecek bir sonuç olarak genetik mimarlıklar adı altında anılan bu kavramlar farklı şeyler ifade edebilmektedirler, hiçbiri eş anlamlı değildir.

Mimarlığın bugün içinde bulunduğu çoğulcu ortamında belki de teorisinde tanımı değişmektedir. Herşeyin değiştiği bir dünyayı Genetik Mimarlığı anlamaya çalışırken ne üzerinden değerlendirip nasıl takip edebileceğimiz ciddi bir sorun teşkil etmektedir. Konu ve tez kendi içinde paradoksal bir yapıya bürünmektedir. Genetik Mimarlık ortamında üretilen mimarlığı değerlendirebilmek için tutunulabilecek kriterler henüz gelişmediğinden, hala bu mimarlığı bugün ki mimarlığın araçlarıyla yargılama sürmektedir.

Mimarlık artık modern mimarlığın kavramlarını sorgulamayı terketmiştir. Bu yüzyıl yeni arayışlar peşinde ve farklı disiplinlerden gelen kavramların mimarlık disiplinine kazandırılmasıyla ilgilenmektedir. Geriye dönük olarak ise temel mimarlık kavramlarını ve tektoniğini sorgulamaktadır. Yeniden evren yaratma, yeniden düzen kurma ve bu düzen içerisinde kendine zarar vermeyen bir çevrenin evrimleşebilmesi. Gerçekten de yaşam basit bir organizmadan evrimleştiyse yaşam ortamı ve mimarlık neden evrimleşme yetisini bünyesinde barındırmaz ki?

İnsanlık tarihi boyunca kimi görünürdeki doğayı yansıtan mimari eylemler insanlar ve diğer canlı varlıklar arasındaki uyum sağlayabilme gereksinimleriyle tetiklenen işlevsel veya yaratıcı bir çakışmanın sonucu olabilir. Ancak biyolojik formların ve süreçlerin karmaşık yapısının üzerimizde büyük etki bırakıp insanlığı titiz gözlemler yapmaya itmesi de son derece olasıdır. Sonuç olarak biyolojik

morfolojilerin basit imitasyonu, örgütsel mekanizma ve dinamiklerinin gittikçe daha canlı imitasyonlarına yol açmış olası ve bununda biliminsanlarını karmaşıklığın genel teorilerini araştırmaya sürükleyecektir.

Genetik Mimarlıkla birlikte mimarlık bilgisinin üretim şekli değişmektedir. Salt bilginin tasarımda nasıl kullanıldığı sorusunun cevabı aranırken, soru tersine dönmüş ve tasarımdan hangi bilgi üretiliyor noktasına gelinmiştir. Tasarım sonuç bir mimarlık ürünü değil aynı zamanda üretilmiş bir bilgidir. Deneyerek daha doğrusu deneyip yanılarak ya da alternatiflerden seçim yapılarak bulunan ürün üzerinden bilgi edinme şekli önem kazanmaktadır. Buda doğrudan mimarlık eğitimi etkilemektedir. Yaratıcı stüdyo ortamları, deneysel laboratuvar ortamlarına dönüşmektedir.

Bazı kavramların mecazi anlamıyla asıl anlamı birbirine karışabilmektedir. DNA ve yazılım Genetik Mimarlık(lar) sözkonusu olduğunda aynı anlama gelebilmektedir. İkiside kendini yenileme ve gelişim için gerekli olan bilgiyi içinde barındırma kapasitesine sahiptir. Bu sebepten özdeş olduklarını söylenebilir.

Dennis Dollens doğadaki formlar ve süreçler üzerine çalışmaktadır ve özellikle bitkilerden yararlanmaktadır. Botanikçilerin kullandığı bir bitki modelleme yazılımı olan X-frog'un mimarlık disiplinine adapte edilmesi, mimarlıkta genetik dijital teknolojinin nasıl kullanılabileceğini göstermesi açısından önemlidir. Mimarlık biyolojik gelişimi baz aldığı sürece doğal bir gelişim gösterecektir. Mimarlık insan düşüncesinin yanı sıra, (dünyaya ait olmayan) doğal çevrelerinde bir uzantısıdır. Doğal olarak biyolojik dünyanın da bir uzantısıdır. Mimarlık canlıdır. Mimarlık sadece insan düşüncesinden üretilen bir olgu değildir. Doğal çevrenin ve sistemin bir uzantısı haline gelebildiğinde, canlı yaşayan, evrilen bir gerçeklik haline gelir ki bu durum genetik mimarının en çok üzerinde durduğu unsurdur. Kısaca Genetik Mimarlık canlı varlıklarda bulunan evrimsel ve üretken ilkelerin mimarlığa taşınması işidir.

Genetik mimarlık kavramı doğrultusunda herşeyin organik ve bağımsız üretiminin gerçekleşebildiği göz önünde bulundurulduğunda, bugün kabul gördüğü anlamda tasarımcıya gerek kalmayabilir. Tasarımcı, organik ve bağımsız üretimini

gerçekleştirmek üzere, istenen ürünün karakteristiklerini yazılıma dönüştürebilecek bir kişiye dönüşebilir.

Genetik biliminin Mimarlık disiplini üzerindeki etkilerinden biride mimarlık pratiğini değiştirmesidir. Mimar tasarım yapan, yaratan kişi pozisyonundan sıyrılıp, bilgisayarda mimari tasarım yapma becerisi olan bir bilgisayar programcısı olma yolunda epey yol katetmiştir. Bilgisayarla Tasarım Yazılımı yapmak yeni meslek geleneği olmaya hazırdır. Tasarım yapabilen bir yazılım hazırlayıp mimarlığı bu yolla inşa etmek yeni meslek pratiği olacaktır. Yani Mimarlık sadece bina tasarlayabilen yaratıcı bir eylem olma durumundan bilgisayar programcısı olma yolunda ilerlemektedir. Yaratıcı mimar, tanımlaması değişmektedir. Artık yaratıcı mimar eline kalemi alarak ‘olduran’ bir özne olmaktan kurtulmuştur.

Bu mimari gelişmeler, biyolojik bitkiden biyolojik mimarlığa olan morfolojik geçişi göstererek grafik formları zorunlu tutmaktadır. Tam da bu nokta üzerinde özellikle durulması gereken: tasarımdaki biyolojik potansiyel, biyolojik mühendislik ve genetik manipülasyon dünyasının da yerel olacağı gerçeğidir. Kısacası, mimarlık geliştirme veya biyolojik mimarlık fantezisi çok da uzak değildir.

Tasarımcının mikro-organik materyali anlamlı bir şekilde kullanabilmesi için, herhangi bir derecedeki başarılabilir maksatla, materyalin, diğer geleneksel olarak mevcut materyaller gibi, manipüle ve kontrol edilebilir olması zorunludur. Koordinatör kapasitesinde, tasarımcılar, kendilerinin sahip olması beklenemeyecek bilgi birikiminden yararlanmak için, alanlarında uzman kişilerle bağlantıda olmalıdır. Mimarlar için, geleneksel “takım çalışması” toplantısına, yapı mühendisleri, mekanik ve elektrik mühendisleri yanı sıra, mikrobiyologlar ve mikologlar (mantarbilimci) eklenecek şekilde genişletilmelidir. Böyle bir disiplinlerarası yaklaşım, kısmen yaşayan mimari hibridlerin başarıyla yaratılması için gereklidir.

“Model yok, kalıp yok!” manifestosu dijital teknolojiyle bağdaştırılan sınırlı kullanımın ötesine geçer ve günümüz üretim sistemlerine (bkz: üç çağın mimarisi şeması, sf.13) tezat bir tutum sergiler. Randımanlı kullanımı ve yüksek potansiyeli, bu dijital teknolojik olasılıkların bire bir ölçülerde, kendi içinde bir mimari olan ve

“model yok, kalıp yok” gerektirmeyen gerçek parçalar üretmek olduğu farkındalığıyla, bunu gelecek için bir gereklilik haline getirir.

Bu üretim tavrında kapalı bir biçim bulunmamaktadır. Onu durmadan yaratan kendi ekosistemi içerisinde sürekli inşa edilen tamamıyla izole edilmiş olan nesnenin, tam ayrışmasıdır. Mimar yalnızca her şey üretecek olan zinciri programlamak zorundadır ve böylece sürekli değişim içerisinde olan, yaşayan bir bina yaratır.

Klasik dönemin ürünleri elle birer birer yapılmaktaydı. Herbiri eşsizdi ve tekdi. Ardından modern dönemde objeler seri üretimle milyonlarcası birden aynı karakterlere sahip olarak üreilmeye başlandı. Genetik mimarlıkla birlikte, geleceğin genetik objeleri ise hem otomatik olarak, hem de hepsi birbirinden farklı karakterlere sahip olarak üretilbilecek.

Önümüzdeki yıllarda, günümüz için olanaksız olan inşaat teknikleri standarda dönüşebilecektir. Elektronik ve bilişim endüstrileri örneklerinden, mimarlığın ve tasarımın daha zeki, daha duyarlı, daha eğlenceli ve daha koruyucu ve belki de neredeyse canlı olacağı öngörüsünde bulunulabilir. Yeni sistemler, binalarımızı tanımlayacaktır ve yeni binalar daha yerel olacaktır. Biyoloji-teknoloji melezi yapıların varlığı ise kaçınılmazdır.

Mies Van de Rohe’nin, sıkça alıntı yapılan mimarînin iki tuğlanın bir araya getirilmesi tanımının aksine, genetik mimarlık kavramları çerçevesinde mimarî iki parçanın bir araya getirilmesidir. Söz konusu parçalar en azından kendi kendini üretmeye, düzenlemeye ve sentezleyerek yeni ilişkiler ve topluluklar kümesine dönüştürmeye programlanmışlardır.

Temsilin gücünü gösteren bir gelişmede model yapmak için geliştirilen CNC sayesinde binanın üç boyutlu olarak tek tuşla bir defada dokunabiliyor olmasıdır. Bu durum genetik mimarlığın geleceği hakkında önemli bir bilgi vermektedir. Bu birebir ölçekte yapıldığı takdirde üretimin nasıl değişebileceğine dair zihinlerde bir imaj uyandırmaktadır.

Genetik mimarlıkta yepyeni bir malzeme yaratıp onu bir bina elamanı gibi kullanmak, duvar gibi dökmek, tuğla gibi örmek yok artık. Malzemenin moleküler yapısını değiştirip binayı tek tip malzeme olarak görmek CNC makinesinin ürettiği

gibi yada bir dokuma makinesinin kumaşı dokuması gibi malzemenin işlenmesi sözkonusu. Bina elemanı tasarlamak ayrı ayrı üretip eklemek genetik mimarlığın içinde barındırdığı mantığa aykırı düşmektedir.

Genetik mimarlık doğanın ürettiği ile insanın yaptığı arasında tahmin edilebileceğinden çok daha yakın bir ilişki olduğunu ortaya koymuştur. Bu iki olgunun zaman boyutunda birbirinin içine geçeceğinden ve doğal olanla yapay olan arasındaki sınırın yok olabileceğinden bahseder. İkinci bölümde mimarlıkla biyolojinin ilişkisi araştırılırken belirtildiği üzere doğa ve insan arasındaki bu yakınlaşmaya en çok değinen mimarlar Frei Otto ve Buckminster Fuller olmuştur. Benyus ise günümüzde bu araştırmalara biomimikri kavramı çerçevesinde kurduğu bir enstitüde devam etmektedir. Kısaca mimarlık ve doğa çok derin ve yakın ilişki içerisinde. Genetik mimarlık doğanın içsel mantığının izini sürmektedir

İkinci bölümde mimarlığın diğer disiplinlerle olan ilişkisi anlatılırken belirtildiği üzere eğer herşey bir hesaplama ise doğada hesaplanabilir. İnsan artık kendi doğasını yaratabilecek düzeye ulaşmıştır. Wofram bu gerçeği şu şekilde ifade eder: ‘İster insan çabasının sonucunda ister kendiliğinden ortaya çıksın, bütün süreçler hesaplamalar olarak algılanabilir’.

Mimarının temel yapı taşları önceden bilinen sınırlarını ve tanımlarını kaybedince, taşıyıcı sistem ve değişebilir özelliklere sahip konstrüksiyon da birbirinden ayrılmak zorunda kalacaktır. Eskiden bilinen ve önemli olanlar önemsiz ve anlamsız hale gelebilecektir. Malzeme ve biçim ayrılmaz bir bütündür. Malzemenin büyümesi gelişmesi biçimi doğurur. Biçim önceden kestirilemez.

Kesin olan şu ki, Genetik Mimarlık içerisindeki yeni teknolojiler pek çok alanda radikal bir devrimi kaçınılmaz hale getirecektir. O zaman mimarlar da, mimarlık da bugün bilinenlerden çok farklı noktalarda olmak zorunda kalacaktır. Yaşam ve zeka bir evrim geçmekte, bunun neticesinde insanlık yoktan varedilme noktasına yaklaşmaktadır. Bir bakıma insanlığın yaratma yeteneği de evrimleşmektedir.

Mimarlığın antropolojinin boyunduruğundan çıkması ihtimali ilk kez kendi hakimiyeti ve iradesi olan yeni bir mimarlık (Genetik Mimarlık) tasavvur etme imkanı vermiştir. Bu disiplin ekseninde önemli bir engel bilgisizlik düzeyini aşmak konusunda olmalıdır. Bunun için gerekli olan şey, geriye dönük açıklamalar

yapmaktan ziyade yeni bir hesapbilim ve biogenetik devriminin gereklerini karşılayan mimarî kavramı geliştirilerek, yaygın mimarî paradigmanın kökten değiştirilmesidir. Mimarlığın bir çatallanmanın eşiğinde olduğunu söylemek mümkündür.

Son söz olarak...

Mimarlık evrimin bir parçası, insanın doğal sistemdeki yerinin bir ifadesidir. Son zamanlarda olduğu gibi, bu doğal sistem aşındırılsa ve ciddi biçimde hasar görse bile bu evrimin uzantısı olma durumu asla değişmez. Mimarlığın çok eski biçimlerine baktığımızda, insan mimarlığının bile, bir seviyede böcek ve(ya) hayvan mimarlığıyla ilişkileri olduğunu görebiliriz. Bu kesinlikle çok yaygın ve mimarlığın genetik olarak bizimle nasıl ilişkilendiğini ve çevresel anlamda duyarlı bir biçimde mimarlığı yeniden nasıl geliştirebileceğimizin öğretisidir.

Genetik Mimarlığın uygulamaya yönelik çalışmaları henüz bir başlangıç göstermiş durumdadır. Ancak Genetik Mimarlığın kuramsal alt yapısı hazırdır. Sadece gerçekleşme potansiyelleri araştırmak gerekmektedir. Genetik biliminden mimarlığa aktarılan kavramsal çerçeve dijital teknolojiler sayesinde ivme kazanmıştır. Mimarlık bu kavramları benimseyip içselleştirdiğinde, yeni yöntemler keşfettiğinde Genetik Mimarlıktan ancak o zaman bahsedilebilir. Genetik Mimarlığın gerçekleşmesi için DNA'nın kodlanması ve gerekli para kaynaklarının bulunması gerekmektedir.

Genetik mimarlığın kategorize edilemez duruşu sayesinde mimariyi alternatif bir biçimde yeniden düşünmeye özendireceği ve özellikle mimari söylemlerin her ortamda ciddi krizlerle karşılaştığı günümüz düzeni içerisinde doğrudan mimarlarla da güçlü bir ilişki kuracağı beklenmektedir. Şu an da Mimarlığın yeni paradigmalar ekseninde konuşuyor ve düşünüyor olduğunu kabul etmek için yeteri kadar kanıt vardır.

Tasarım zıtlıklar üzerine kurulan bir olgudur. Zıttı olan bir şeyin içinde yer bulmaya çalışırken ortaya çıkar. Topolojinin içinde kartezyeni görmek, kapalılığın içinde açık olanı bulmak, kamusalın içinde özeli aramak, yapayın içine doğalı karıştırmak, katı olanı organik olanla bozmak gibi. Tasarım zıtlıkların çarpışmasından beslenir. Bu zıtlıkları bir birinin içine koymaya çalışmak, birbirinin içine geçirme esnasında ortaya çıkan yeni durum tasarımın özünü oluşturur. Genetik mimarlık yaşamım

kendisiyle bu zıtlığı kurmaya çalışmaktadır. Farklı dünyaların içerisine başka dünyalar konulduğunda ortaya çıkan yeni durum sadece Genetik Mimarlığı besleyebilir.

Yazılım programlarını dışardan müdahaleyle, süreç tamamlandıktan sonra mimari ürünün basit grafik ifadeleri olarak görmek yerine mimarlık için ba lı başına bir materyal olarak kabul etmek gerekmektedir. G rebildi imiz fiziksel gerçekliklerin altında yatan süreçsel oluşumlara odaklanıp rengi, dokuyu ve işaretleri zaten var olan bir şeyin taklidi olarak değil de, kendi sanatlarının yapı taşı olarak değerlendiren sanatçılarla tasarımcılarla aynı ölçüde çabalamamız gerekmektedir. Ancak bu şekilde soyut bir boyut elde edilir ve yeni kaynaklardan yeni tutarlı bir mimarî akım ortaya çıkarılabilir.

Genetik mimari, bir i  ilkeye dayanan üretken yapıdaki mimariyi baz alan morfogenetik bir paradigmadır. Genetik oluşum prensibinin altını çizen bilgi yayılımı ve araştırmaya yönelik bilgi-kuramsal bir yaklaşımdır. Sonuçta bu mimarlığın evrimsel bir mantığa dayandığını kabul etme çabasıdır.

KAYNAKLAR

- Abel, C.** (2004). *Architecture, Technology and Process*. Architectural Press. Burlington, MA.
- Adam, J. A.** (2009). *A Mathematical Nature Walk*. Princeton University Press, New York
- Addington, M. and Schodek, D.,** 2005. *Smart Materials and Technologies*. Elsevier, Oxford.
- Alper, J.,** 1998. Ecosystem ‘engineers’ shape habitats for other species. *Science*, 280, 1195-1196
- Anton, D.,** 2011. “*Genobits: Processes’ reactions in Architecture of Systems*” in International Conference of Biodijital Architecture and Genetics. (Ed: A. Estevez), Sites Books and ESARQ, Barcelona
- Antonelli, P., Andersey-Williams, H., Hall, P. And Sargent, T.,** 2008. *Design and the Elastic Mind*. Museum of Modern Art Publishing, New York.
- Aranda, B. and Lasch, C.,** 2006. *Tooling: Pamphlet Architecture*. Princeton Architectural Press, New York.
- Arnal, I. P.,** 2005. Ecology and Built, *Genetic Architectures II: Digital Tools & Organic Forms*, (eds. Estevez, A.) Sites Books and ESARQ, Barcelona
- Bar-Cohen, Y.,** 2006. *Biomimetics: Biologically Inspired Technologies*. Taylor & Francis Group, New York.
- Beim, A.,** 2004. *Tectonic Visions in Architecture*. Kunstakademiets, Copenhagen.
- Bell, M.,** 2009. “*Volume+Vector:Exceeding/on the Architectural Spaces of Evan Douglas*” in *Autogenic Structures*. (ed: Evan Douglas) Taylor and Francis Publication, New York, sf:90-96
- Benedikt, M.,** 1991. “*Introduction*” *Cyberspace: first steps*, Michael Benedikt, MIT Press, Cambridge.

- Benyus, J. M.,** 2002. *Biomimicry: Innovation Inspired by Nature*. Perennial Publishers, New York.
- Boden, M. A.,** 2002. *The Creative Mind: Myths and Mechanisms*. Taylor & Francis Group, London
- Bonabeau, E., Dorigo, M. and Theraulaz, G.,** 1999. *Swarm Intelligence: from Natural to Artificial Systems*. Oxford University Press, New York.
- Bouman, O. ve Oosterhuis, K.,** 2002. *Programmable Architecture*, L'Arca Edizioni, Milano.
- Braham, W.W. and Hale, J.A.,** 2007. *Rethinking Technology: A Reader in Architectural Theory*. Routledge, London.
- Brayer, M. and Simonot, B.,** 2004. *Archilab's Futurehouse: Radical Experiments in Living Space*. Thames & Hudson Ltd, London.
- Brodey, W. M.,** 1967. The design of intelligent environments: Soft Architecture, Landscape, Autum, 1967, sf:8-12
- Brookes, A. J. and Poole, D.,** 2004. *Innovation in Architecture*. Taylor & Francis Group, New York.
- Brown, R., Aleksander, I., Mackenzie, J. and Faith, J.,** 2001. *Biotica: Art, Emergence and Artificial Life*. Art Books International Ltd., London .
- Budd, M.,** 2005. *The Aesthetic Appreciation of Nature*. Oxford University Press, New York.
- Buhner, S. H.,** 2004. *The Secret Teachings of Plants: the Intelligence of the Heart in the Direct Perception of Nature*. Bear & Company, Vermont.
- Bullivant, L.,** 2005. 4dspace: Interactive Architecture, *Architectural Design*, **Vol:75, No:1**, John Wiley & Sons, London.
- Burphy, M.,** 2011. *Scripting Cultures: Architectural Design and Programming*, John Wiley & Sons Ltd. Sussex.
- Buurman, M.,** 2005. *Total Interaction: Theory and Practice of a New Paradigm for the Design Disciplines*. Birkhauser, Basel, Switzerland.
- Cache, B.,** 1995. *Earth Moves: The Furnishing of Territories*. MIT Press, Massachusetts.
- Callebaut, V.,** 2008. *Archibiotic: AADCU 2008 Architecture Design Monograph Series*. Hust Press, Paris.
- Carroll, S. B.,** 2005. *Endless Forms: Most Beautiful*. Phoenix, London

- Catts, O.**, 1996. "Custom Grown Organic Surface Coating" Honours Thesis, Curtin University of Technology, Western Australia
- Catts, O. ve Zurr, L.**, 2008. "Growing Semi-Living Structures: Concepts and Practices for the Use of Tissue Technologies for Non-Medical Purposes" in Neoplastic Design, *Architectural Design*, (ed:Helen Castle) **Vol:78, No:6**, John Wiley & Sons, London.
- Chadwick, M.**, 2004. Back to School, *Architectural Design*, **Vol:74, No:5**, John Wiley & Sons, London.
- Chaitin, G.**, 2007. On the Intelligibility of the Universe and the Notions of Simplicity, Complexity and Irreducibility, (Ed. Gregory Chaitin) *Thinking About Gödel And Turing: Essays On Complexity*, 1970-2007, sf:201-227, World Scientific PublishingLtd., Singapore.
- Chaitin, G.**, 2004. Algorithmic Information Theory: Cambridge Tracts in Theoretical Computer Science, Chambridge University Press, New York.
- Chaitin, G.**, 2001. *Exploring Randomness (Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science)* Springer-Verlag, London.
- Chaitin, G.**, 1998. *The Limits of Mathematics*. Springer-Verlag, London.
- Cevizci, A.**, 2005. Felsefe Sözlüğü, Paradigma Yayınları, İstanbul
- Chu, K. S.**, 2007. 'Observations on architectural biology: the Gen(H)ome Project' / article by Martin Bressani (group show cocurated by Open Source Architecture and the MAK Center, and installed in the landmark Schindler House in Los Angeles, includes work by Karl S Chu) in Log (9) Winter/Spring 2007 / p.119-127
- Chu, K. S.**, 2004. Metaphysics of Genetic Architecture and Computation. *Perspecta35 - Building Codes, The Yale Architectural Journal*, December 2004 sf.74-97
- Chu, K. S.**, 2003a 'Columbia Graduate School of Architecture, Planning and Preservation Spring 2002 Studios' (critics Hani Rashid, Karl S Chu, Jeffrey Kipnis and Andrew McNair discuss projects undertaken as part of the 2002 Studios at Columbia University in New York) in A+U: Architecture and Urbanism no.389 February 2003 / sf.138-141 (text in Japanese+English)

- Chu, K. S.,** 2003b. Toward Genetic Architecture, in *The State of Architecture at the Beginning of the 21st Century*. p. 62, Eds. Tschumi, B. and Cheng, I., The Monacelli Press, New York.
- Chu, K. S.,** 2000. 'X Phylum (Karl S Chu)' / article by Karl S Chu in Domus no.822 January 2000 / sf.42-45 (text in Italian+English)
- Chu, K. S.,** 1998a. Genetic space: hourglass of the Demiurge' / article by Karl S Chu (X Kavya) In AD Profile 136 (Architects in Cyberspace 2) Architectural Design vol.68 no.11/12 November / December 1998 / sf.68-73
- Chu, K.,** 1998b. "The Cone of Immanenscendence", in *Any 23*, Diagram Work, ed. Cynthia C. Davidson, The MIT Press, Cambridge, MA: sf. 22
- Chu, K. S.,** 1995. Modal Space: The Virtual Anatomy of Hyperstructures, *Architects in Cyberspace*. Architectural Design Series Vol:118 no. 11/12 John Wiley & Sons, London. sf. 66-69
- Clear, N.,** 2009 . Architectures of the near Future, Architectural Design Series **Vol:78, No:6**, John Wiley & Sons, London.
- Coates, P.** 2010. Programming.architecture, Routledge, New York
- Cook, P. ve Spiller, N.,** 2001. The Lowe Lectures: the Paradox of Contemporary Architecture. John Wiley & Sons Ltd., West Sussex
- Costa, M.** 2009. The "bio-logic" and the Paradigms of the Dijital Age. *Genetic Architectures III: New Bio & Dijital Techniques*.(eds. Estevez, A.) Sites Books and ESARQ, Barcelona
- Cruz, M. ve Pike, S.,** 2008. Neoplastic Design, *Architectural Design*, **Vol:78, No:6**, John Wiley & Sons, London.
- Darwin, C., Hirst, D ve Bynum, W.,** 2009 *On the Origin of Species: By Means of Natural Selection or The Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life (Penguin Classics)* Penguin Press, London.
- Dawkins, R.,** 1976. *The Selfish Gene*, Oxford University Press, Oxford.
- Dawkins, R.,** 1982. *The Extended Phenotype*, Oxford University Press, Oxford.
- De Jong, K.,** 2006. Evolutionary Computation: A Unified Approach. MIT Press, Cambridge.
- Dean, P.,** 2007. Rethinking Representation. *Hunch: the Berlage Institute report*, **11**. Episode Publishers. Rotterdam.

- Delbrück, M. (1948).** APhysicist Looks at Biology. *Phage and the Origins of Molecular Biology* (ed: J. Cairns ve diğ.), sf. 9-22, Cold Spring Harbor Laboratory Press, Cold Spring Harbor
- De Landa, M.,** 2004. Intensive Science and Virtual Philosophy. Continuum, New York.
- De Landa, M.,** 2005. Çizgisel Olmayan Tarih – bin yılın öyküsü, çev: Ebru Kılıç, Metis Yayınları, İstanbul.
- Denkel, A.,** 2003. Nesne ve Doğası, Doruk Yayıncılık, Ankara
- Deutsch, D.,** 1997. The Fabric of Reality: The Science of Parallel Universes and its Implications, Penguin Books, London.
- Di Cristina, G.,** 2001. Architecture and Science, *Architectural Design Compilation*. John Wiley & Sons, London.
- Dollens, D.,** 2000. The Tumble Truss Project. Galeria H2O Press, Barcelona
- Dollens, D.,** 2001. D.B.A: Digital-Botanic Arhitecture. Sites Books Publishing, New Mexico
- Dollens, D.,** 2005. *A System of Digital-Botanic Architecture*. Leonardo, Vol. 38, No.1, pp. 14-21. MIT. Boston
- Dollens, D.,** 2006. The Pangolin's Guide to Biomimetics & Digital Architecture. Sites Books Publishing, New Mexico
- Douglis, E.,** 2008. Autogenic Structures. Taylor and Francis Publication, New York.
- Dougherty, P.,** 2007. Patrick Dougherty, (Eds. Rocca, A.) *Natural Architecture* Princeton Architectural Press, New York
- Eisenman, P.,** 1998. Sanal Ev - Virtual House. Borusan Kültür ve Sanat'ın 'Eisenman Architects' Sergi Kataloğu, A4 Ofset, İstanbul
- Eisenman, P. and Grosz, E.,** 2001. Architecture from the Outside: Essays on Virtual and Real Space. The MIT Press, Massachusetts. Essays on Architecture and Nature. Actar, Barcelona
- Eisenman, P.,** 2005. UIA Açılış Konuşması, <http://www.uia2005istanbul.org>
- Eisenman, P.,** 2007. Written into the Void: 1990-2004 Selected Writings. Yale University Press: London
- Estevez, A.,** 2002. Genetic Architectures. Poster for UIA XXI World Congress of Architecture. Berlin, 2002.- Berlin: International Union of Architects; 2002

- Estevez, A., 2003.** *Genetic Architectures; New Ecologi-environmental Architectural Design and New Cybernetic-dijital Architectural Design*. Genetic Architectures. (ed. Alberto Estevez) Sites Books and ESARQ, Barcelona
- Estevez, A., 2005.** *Biomorphic Architecture*. Genetic Architectures II: Digital tools and organic forms (ed. Alberto Estevez) Sites Books and ESARQ, Barcelona
- Estevez, A., 2009.** *Genetic Architectures: New Bio and Dijital Techniques*. Genetic Architectures III: New Bio and Dijital Techniques (ed. Alberto Estevez) Sites Books and ESARQ, Barcelona
- Estevez, A. T., Puigarnau, A., Arnal, I. P., Dollens, D., Perez-Mendez, A., Millet, J. R. and Planella, A., 2003.** Genetic Architectures. Sites Books and ESARQ, Barcelona
- Estevez, A. T., Truco, J., Felipe, S., Arnal, I. P., Weinstock, M., Menges, A., Dougliis, E., Chu, K. S. and Roche, F., 2005.** Genetic Architectures II: Digital Tools & Organic Forms. Sites Books and ESARQ, Barcelona
- Estevez, A. T., Cache, B., Corco, J., Costa, M., Dollens, D., Fontarnau, A., Hensel, M., Khoshnevis, B., Leach, N. and Urbano, J. 2009.** Genetic Architectures III: New Bio & Dijital Techniques. Sites Books and ESARQ, Barcelona
- Faber, S., 2007.** *Ontic Space: An Ontological Approach to Architecture and Design*. VDM Verlag Dr. Müller, London
- Frazer, J. 1995.** *An Evolutionary Architecture*, Architectural Association Publications, Themes VII, Londra
- Frazer, J. 2002.** Creative design and the generative evolutionary paradigm. In D. Corne & P. Bentley (Eds.), *Creative evolutionary systems* (pp. 253-274). California, San Francisco: Morgan Kaufmann Publishers Inc. Elsevier.
- Feuerstein, G., 2002.** *Biomorphic Architecture: Human and Animal Forms in Architecture*. Axel Menges Publishing, Berlin.
- Feynman, R. ve Robbins, J., 2005.** *The Pleasure of Finding Things Out: The Best Short Works of Richard P. Feynman*, Basic Books, New York

- Flake, G. W.,** 1998. The Computational Beauty of Nature: Computer Explorations of Fractals, Chaos, Complex Systems, and Adaptation. MIT Press, Massachusetts.
- Forbes, N.,** 2004. Imitation of life: How Biology is Inspiring Computing, MIT Press, Massachusetts.
- Franck, O.A.,** 2000. Düşünce İçin Mimarlık-Sanallığın Gerçekliği, *Arredamento Mimarlık Tasarım Kültürü Dergisi*, **11**, 75.
- Frazer, J.,** 1995. An Evolutionary Architecture. AA Publication, London.
- Galofaro, L.,** 1999. Digital Eisenman: An Office of the Electronic Era. Birkhauser, Basel.
- Gans, D. ve Kuz, Z.,** 2003. The Organic Approach to Architecture. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex.
- Garcia, M.,** 2006. Architextiles, *Architectural Design*, **Vol:76, No:6**, John Wiley & Sons, London.
- Garcia, M.,** 2009. The Patterns of Architecture: *Architectural Design*, **Vol:78, No:5**, John Wiley & Sons, London.
- Garcia, M.,** 2010. The Diagrams of Architecture, John Wiley & Sons, London.
- Ghyka, M.,** 1977. The Geometry of Art and Life. Dover Publications, New York.
- Gissen, D.,** 2010. Territory: Architecture Beyond Environment: *Architectural Design*, **Vol:79, No:4**, John Wiley & Sons, London.
- Gleiniger, A. and Vrachliotis, G.,** 2008. Complexity: Design Strategy and world view. Birkhauser, Berlin
- Glynn, I.,** 2010. Elegance in Science, the beauty of simplicity, Oxford University Press, New York
- Glynn, I. ve Shafiei, S.,** 2009. Digital Architecture – Passages through Hinterlands, www.digital-architecture.org publishing, London
- Goldberg, D. E.** 1989. Genetic Algorithms in Search, Optimization, and Machine Learning, Addison-Wessley, Redwood City.
- Goldstein, J.** 1999. “*Emergence as a construct: History and issues*”. Emergence: A Journal of Complexity Issues in Organizations and Management, 1(1), 49-72
- Gould, J. A. ve C. G.,** 2007. Animal Architects: Building and the Evolution of Intelligence. Basic Books Publishing, New York.

- Görz, G. ve Nebel, B.,** 2005. Yapay Zeka. İnkılap Kitabevi, İstanbul.
- Gramazio, F. and Kohler, M.,** 2008. Digital Materiality in Architecture. Lars Müller Publishers, Baden.
- Gualart, V. (et.al),** 2003. The Metapolis Dictionary of Advanced Architecture, Actar, Barcelona
- Güçlü, A., Uzun, E., Uzun, S. ve Yolsal, Ü. H.** 2003. Felsefe Sözlüğü, Bilim ve Sanat Yayınları, Ankara.
- Hagan, S.,** 2008. Digitalia: Architecture and the Digital, environmental and the Avant-garde. Routledge, Oxon.
- Hancocks, D.,** 1973. Master Builders of the Animal World. Harper & Row: New York
- Hansell, M.,** 2000. Bird Nests and Construction Behavior, Cambridge University Press: Cambridge UK
- Hardy, S.,** 2008. Environmental Tectonics: Forming Climatic Change. AA Publications, London.
- Hayles, N. K.,** 1999. How We Became Posthuman: Virtual Bodies in Cybernetics, Literature, and Informatics. The University of Chicago Press, Chicago
- Hensel, M., Menges, A. and Weinstock, M.,** 2004. Emergence: Morphogenetic Design Strategies, *Architectural Design*, **Vol:74, No:3**, John Wiley & Sons, London.
- Hensel, M. and Menges, A.,** 2006. Morpho-ecologies. AA Publications, London
- Hensel, M., Menges, A. and Weinstock, M.,** 2006. Techniques and Technologies in Morphogenetic Design, *Architectural Design*, **Vol:76, No:2**, John Wiley & Sons, London.
- Hensel, M. and Menges, A.,** 2008. Versatility and Vicissitude: Performance in Morpho Ecological Design, *Architectural Design*, **Vol:78, No:2**, John Wiley & Sons, London.
- Hensel, M., Hight, C. and Menges, A.,** 2009. Space Reader, Heterogeneous Space in Architecture , John Wiley & Sons, London.
- Hersey, G.,** 1999. The Monumental Impulse: Architecture's Biological Roots. MIT Press:Cambridge MA
- Hight, C. and Perry, C.,** 2006. Collective Intelligence in Design, *Architectural Design*, **Vol:76, No:5**, John Wiley & Sons, London.

- Hight, C.,** 2008. Architectural Principles in the Age of Cybernetics. Taylor & Francis Group, London
- Ho, MW.,** 2001. "The New Age of the Organism" in Architecture and Science, *Architectural Design Series (ed. Di Cristina, G.)* John Wiley & Sons, London.
- Holland, J. H.,** 1975. Adaptation in Natural and Artificial Systems, University of Michigan Press
- Holland, J. H.,** 1998. Emergence: from Chaos to Order. Oxford University Press, Oxford.
- Imperiale, A.,** 2000. New Flatness: Surface Tension in Architecture. Birkhauser, Basel.
- Ito, T.,** 2007. Morphogenesis of Flux Structure. Architectural Association Publications, London
- Jacob, F.** 1982. The Possible and the Actual, Pantheon Press, New York.
- Jacob, F. and Monod, J.** (1961). "Genetic regulatory mechanisms in the synthesis of proteins". Journal of molecular biology 3: 318–356.
- Jenks, C.,** 2000. Architecture 2000 and Beyond Success in the Art of Prediction. John Wiley & Sons Ltd, West Sussex.
- Jencks, C.,** 2004. The New Paradigm in Architecture, Yale University Press, New Haven,
- Jencks, C.,** 2010. The Post-Modern Reader: Second Edition, *Architectural Design Reader*, John Wiley & Sons, London.
- Jodidio, P.,** 2006. Architecture: Nature. Prestel Verlag, Munich
- Johansen, J. M.,** 2002. Nanoarchitecture: a New Species of Architecture. Princeton Architectural Press, New York.
- Johnson, S.,** 2001. Emergence: The connected Lives of Ants, Brains, Cities and Software. Penguin Books Ltd., London.
- Johnston, P.,** 2006. Mathematical Form: John Pickering and the Architecture of the Inversion Principle. AA Publication, London
- Keller, E. F.,** 2000. The Century of the Gene, Harvard University Press, Cambridge.
- Kellert, S. R., Heerwagen, J. H. and Mador M. L.,** 2008. Biophilic Design: The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life. John Wiley & Sons Ltd., New York.

- Kelly, K.**, 1994. *Out of Control: The New Biology of Machines*. Fourth Estate Ltd., London.
- Kelly, K.**, 2010. *What Technology Wants*. Viking Penguin Group Inc, London.
- Kenner, H.**, 1973. *Bucky: A Guided Tour of Buckminster Fuller*. Morrow: New York
- Kieran, S. ve Timberlake, J.**, 2004. *Refabricating Architecture: How Manufacturing Methodologies are Poised to Transform Building Construction*. McGraw-Hill Press, New York.
- Klug, W. S. ve Cummings, M. R.** 2003. *Genetik Kavramlar*, Palme Yayıncılık, Ankara
- Kolarevic, B. and Klinger, K.**, 2008. *Manufacturing Material Effects: Rethinking Design and Making in Architecture*. Taylor and Francis Group, New York.
- Kolarevic, B. and Malkawi, A. M.**, 2005. *Performative Architecture: Beyond Instrumentality*. Taylor & Francis Group, New York.
- Kolarevic, B.**, 2003. *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*. Spon Press, New York.
- Kolarevic, B.**, 2005. *Architecture in the Digital Age: Design and Manufacturing*. Taylor & Francis Group, New York.
- Krasojevic, M. K.**, 2007. *Spatial Pathology Floating Realities*. Springer-Verlag, New York.
- Kurzweil, R.**, 2003. *The Singularity*. in *The New Humanists: Science At the Edge* ed: John Brockman, p. 215-32, Barnes & Noble, New York.
- Lally, S. and Young, J.**, 2007. *Softspace: From a Representation of Form to a Simulation of Space*, Poutledge, New York
- Lalvani, H.**, 2003. *Genomic Architecture in The Organic Approach to Architecture*. Eds: Gans and Kuz, John Wiley & Sons Ltd, West Sussex.
- Langer, R. and Vacanti, J. P.**, 1993. "Tissue Engineering" in *Science*, Vol: 260, Issue: 5110, May'93, sf: 920-26
- Langton, C. G.**, 1997. *Artificial Life: An Overview*. The MIT Press, Massachusetts.
- Leach, N., Turnbull, D. and Williams, C.**, 2002. *Designing for a Digital World*. Wiley-Academy, West Sussex, UK.

- Leach, N., Turnbull, D. and Williams, C.,** 2004. *Digital Tectonics*. Wiley-Academy, West Sussex, UK.
- Leach, N.,** 2006. *Camouflage*. The MIT Press, Massachusetts.
- Leach, N.,** 2009. *Digital Cities Architectural Design*, **Vol:72, No:1**, John Wiley & Sons, London.
- Lederberg, J.** 1989. "Replica Plating and Indirect Selection of Bacterial Mutants" . *Genetics* 121. Vol:3, sf:395-399
- Lehmann, S.,** 2002. *Rethinking: Space-Time-Architecture: A Dialogue Between Art and Architecture*. Jovis, Berlin
- Lenoir, B.,** 2004. *Sanat Yapıtı, Yapı Kredi yayınları*, İstanbul
- Leyton, M.,** 2006. *Shape as Memory: A Geometric Theory of Architecture*. Birkhauser,Basel.
- Liu, Y.,** 2007. *Distinguishing Digital Architecture: 6th Far Eastern International Digital Architectural Design (FEIDAD) Award*. Birkhauser,Basel.
- Long, K.,** 2008. *Hatch: The New Architectural Generation* Laurence King Press, New York.
- Löwgren, J. and Stolterman, E.,** 2004. *Thoughtful Interaction Design: A Design Perspective on Information Technology*. MIT Press, Massachusetts.
- Lunenfeld, P.,** 1999. *The Digital Dialectic*. MIT Press, Massachusetts.
- Lynch, M.,** 2007. *The Origins of Genom Architecture*. Sinauer Associates Inc Publishing, Massachusetts.
- Lynn, G.,** 2006. *Predator, Design Document Series, No:15*. DAMDI Publishing Ltd., Seoul, Korea.
- Lynn, G.,** 2004. *Folds, Bodies & Blobs: Collected Essays*. Nai Publishers, Rotterdam.
- Lynn, G. and Rashid, H.,** 2002. *Architectural Laboratoies*. Nai Publishers, Rotterdam.
- Lynn, G.,** 1999. *Animate Form*. Princeton Architectural Press, New York.
- Manzini, E. ve Cullars, J.,** 1992. "*Prometheus of the Everyday: The Ecology of the Artificial and te Designer's Responsibility*", in *Design Issue*, **Vol:9, No:1**, Autumn, sf:5-20
- Martin, D.,** 2000. *The Universal Computer: The Road From Leibniz to Turing*. W.W. Norton & Company, New York.

- Mateo, J. L.,** 2007. Natural Metaphor Architectural Papers III: An Anthology of Essays on Architecture and Nature. Actar, Barcelona
- Meinhardt, H.,** 1998. The Algorithmic Beauty of Sea Shells. Springer-Verlag, Berlin.
- Mensvoort, K.,** 2008. Next Nature, in *After Zero*, Volume 18, p:14-55, Eds. Arjen Oesterman, Stichting Archis, The Netherland.
- Morgan, T. H.** 1928. The Theory of the Gene, Yale University Press, New Haven
- Muller, H. J.,** 1927. Artificial Transmutation of the gene, Science Vol:66, sf:84-87
- Mullineaux, C. W.,** 2008. "*Biogenesis and Dynamics of Thylakoid Membranes and the Photosynthetic Apparatus*" in The Cyanobacteria: Molecular Biology, Genetics and Evolution (eds: A. Herero ve E. Flores), Caister Academic Press, Norfolk, UK, sf: 289-304
- Noever, P.,** 1993. The End of Architecture: Documents and Manifestos: Vienna Architecture Conference. Prestel-Verlag, Munich
- Oksiuta, Z.,** 2005. Breeding Spaces. Zbigniew OksiutaPress, Bonn.
- Oosterhuis, K.,** 2002. Architecture Goes Wild. 010 Publishers, Rotterdam.
- Oosterhuis, K.,** 2007. Interactive Architecture: IA#1. Episode Publishers, Rotterdam.
- Ots, E.,** 2010. Decoding Theoryspeak: An Illustrated Guide to Architectural Theory, Routledge, New York.
- Ott, S.,** 2008. 3deluxe: Transdisciplinary Approaches to Design. Frame Publishers, Amsterdam.
- Palumbo, M. L.,** 2000. New Wombs: Electronic Bodies and Architectural Disorders. Birkhauser, Basel.
- Papadakis, A.** 1989. Deconstruction Omnibus Volume, Academy Edition, Rizzoli Publishing, London
- Patel, M. J., Honavar, V. and Balakrishnan, B.,** 2001. Advanced in the Evolutionary Synthesis of Intelligent Agents. MIT Press, Massachusetts.

- Pask, G.,** 2011. The Architectural Relevance of Cybernetics, Eds: Achim Menges ve Sean Ahlquist) *Computational Design Thinking: Computation Design Thinking* AD Reader Series, Willey and Sons Publishing, Sussex
- Picon, A.,** 2010. Digital Culture in Architecture: An Introduction for the Design Professions. Birkhauser GmbH, Basel.
- Pongratz, C., and Perbellini, M. R.,** 2000. Natural Born CAADesigners: Young American Architects. Birkhauser, Basel.
- Poundstone, W.,** 1985. *The Recursive Universe: Cosmic Complexity and the Limits of Scientific Knowledge.* Contemporary Books Ltd., Kanada
- Prusinkiewicz, P. and Lindenmayer, A.,** 1990. The Algorithmic Beauty of Plants. Springer-Verlag, New York.
- Puglisi, L. P.,** 1999. Hyper Architecture: Space in the Electronic Age. Birkhauser GmbH, Basel.
- Puglisi, L. P.,** 2009. Theoretical Meltdown, *Architectural Design*, **Vol:79, No:1**, John Wiley & Sons, London.
- Puglisi, P. P.,** 2008. New Direction in Contemporary Architecture: Evolutions and Revolutions in Building Design Since 1988. John Wiley & Sons, London.
- Rahim A. and Jamelle H.,** 2007. Elegance, *Architectural Design*, **Vol:77, No:1**, John Wiley & Sons, London.
- Rahim A.,** 2002. Contemporary Techniques in Architecture, *Architectural Design*, **Vol:72, No:1**, John Wiley & Sons, London.
- Rahim, A.,** 2006. Catalytic Formations: Architecture and Dijital Design. Taylor and Francis Group, Barcelona..
- Reeser, A. and Schafer, A.,** 2004. New Technologies:// New Architectures, *Praxis – Journal of Writing + Building*, **Issue:6**. Garrity Printing, Cambridge.
- Reisner, Y. and Watson, F.,** 2010. *Architecture and Beauty*, John Wiley & Sons, London.
- Rheingold, H.,** 1991. Virtual Reality. Touchstone Press, New York.
- Ridley, M.,** 2007. *Genom – Bir Türün Yirmi Üç Bölümlük Otobiyografisi*, çev: Mehmet Doğan ve Nıvart Taşçı, Boğaziçi Üniversitesi Yayınevi, İstanbul

- Rudwick, M. J. S.,**1997. *George Cuvier, Fossil Bones, and Geological Catastrophes – New translation and interpretations of the primary texts*, the University of Chicago press: Chicago
- Rocca, A.,** 2007. *Natural Architecture*. 22 Publishing, Milan.
- Rocker, I. M.,** **2006.** ‘When Code Matters’, *Programming Cultures: Art and Architecture in the Age of Software*, *Architectural Design* (76:4)
- Rosa, J.,** 2006. Xefirotarch, *San Francisco Museum of Modern Art, Design Series*, **book: 4**. Hemlock Printers, Canada.
- Sakamoto T., Ferre, A. and Kubo, M.,** 2008. *From Control to Design: Parametric/Algorithmic Architecture* Ingoprint Press, Barcelona.
- Sargin, G. A.,** 2000. *Nature as Space: (re) Understanding Nature and Natural Environments*. METU Faculty of Architectural Press, Ankara
- Saunders, W. S.,** 2008. *The New Architectural Pragmatism. A Harvard Design Magazine Reader Series. Volume 5*, University of Minnesota Press, New York.
- Schmal, P. C.,** 2001. *Digital Real: Blobmeister - First Built Projects*. Birkhauser Verlag, Basel.
- Schodek, D., Bechthold, M., Griggs, K., Kao, K., Steinberg, M.** 2005. *Digital Design and Manufacturing*. John Wiley & Sons, Hoboken NJ.
- Schrödinger, E.** 1999. *Yaşam Nedir? Canlı Hücrenin Fiziksel Yanı ile Akıl ve Madde ve Özyaşam Öyküsel Eskizler*. Evrim Yayınevi, İstanbul
- Schrpfer, T.,** 2010. *Material Design: Informing Architecture by Materiality*, Birkhauser, Basel.
- Senosiain, J.,** 2003. *Bio-Architecture*. Architectural Press, Elsevier Ltd. Oxford.
- Shamiyeh, M.,** 2008. *Organizing for Change Profession: Integrating architectural thinking in other fields*. Birkhauser, Basel.
- Sheil, B.,** 2005. *Design Through Making*, *Architectural Design*, **Vol:75, No:4**, John Wiley & Sons, London.
- Sheil, B.,** 2008. *Protoarchitecture: Analogue and Digital Hybrids*, *Architectural Design*, **Vol:78, No:4**, John Wiley & Sons, London.
- Silver, M.,** 2006. *Programming Cultures: Art and Architecture in the Age of Software*, *Architectural Design*, **Vol:76, No:4**, John Wiley & Sons, London.

- Spiller, N.**, 2002. *Cyber Reader: Critical Writings for the Digital Era*. Phaidon Press Ltd, New York.
- Spiller, N.**, 2008. *Digital Architecture Now: A Global Survey of Emerging Talent*. Thames & Hudson Ltd., London.
- Spuybroek, L.**, 2004. *NOX: Machining Architecture*. Thames & Hudson , New York.
- Steadman, P.**, 2008. *The Evolution of Designs: Biological Analogy in Architecture and the Applied Arts*. Taylor & Francis Group, London
- Steiner, A. H.**, 2009. *Beyond Archigram: The Structure of Circulation*. Taylor & Francis Group, New York.
- Sullivan, Louis, H.** 1967. *A System of Architectural Ornament: According with a Philosophy of Man's Powers*. Eakins: New York
- Sussman, G. J.** 1996, *Structure and Interpretation of Computer Programs*, MIT Press, New York
- Terzidis, K.**, 2006. *Algorithmic Architecture*. Elsevier, Burlington, MA.
- Terzidis, K.**, 2003. *Expressive Form: A Conceptual Approach to Computational Design*. Spon Press, New York.
- Thackara, J.**, 2005. *In the Bubble: Designing in a Complex World*. MIT Press, Massachusetts.
- Thompson, D.Arcy W.**, 1992. *On Growth and Form*. Cambridge University Press, Cambridge.
- Toy, M.**, 1995. Architecture in Cyberspace, *Architectural Design*, profile: 118, **Vol:68, No:11/12**, John Wiley & Sons, London.
- Toy, M.**, 1998. Architecture in Cyberspace II, *Architectural Design*, **Vol:68, No:11/12**, John Wiley & Sons, London.
- Toy, M.**, 2000. Contemporary Processes in Architecture, *Architectural Design*, **Vol:70, No:3**, John Wiley & Sons, London.
- Tschumi, B. and Berman, M.**, 2003. *Index: Architecture*. MIT Press, Cambridge.
- Tschumi, B. and Cheng, I.**, 2003. *The State of Architecture at the Beginning of the 21st Century*. The Monacelli Press, New York.
- Tsui, E.**, 1999. *Evolutionary Architecture: Nature as a Basis for Design*. Wiley Publisher, New York

- Turner, J. S.,** 2000. *The Extended Organism: The Physiology of Animal-Built Structures*, Harvard University Press: Cambridge MA
- Umemoto, N. and Reiser, J.,** 2006. *Atlas of Novel Tectonics*. Princeton Architectural Press, New York.
- Van Schaik, L.,** 2008. *Spatial Intelligence: New Futures for Architecture, Architectural Design Primers*. John Wiley & Sons, London.
- Vidler, A.,** 2010. *Diagrams of Diagrams: Architectural Abstraction and Modern Representation*, in *The Diagrams of Architecture*, ed: Garcia, M., John Wiley & Sons, London.
- Wake, W. K.,** 2000. *Design Paradigms: A Sourcebook for Creative Visualization*. John Wiley & Sons Ltd., New York.
- Waters, J. K.,** 2003. *Blobitecture: Waveform and Organic Design*. Rockport Publishers Inc. London.
- Weinstock, M.,** 2010. *The Architecture of Emergence: the Evolution of form in Nature and Civilisation*, John Wiley & Sons, London.
- Weinstock, M., Hensel, M. ve Menges, A.,** 2010. *Emergent Technologies and Design: Towards a Biological Paradigm for Architecture*. Routledge, London
- Weibel, P. and Flachbart, G.,** 2005. *Disappearing Architecture: From Real to Virtual to Quantum*. Birkhauser, Basel.
- Wells, H. G.,** 1975. 'The limits of individual plasticity', in RM Philmus and DY Hughes (eds), *H.G. Wells: Early Writings in Science and Science Fiction*, University of California Press, Berkeley
- Wheeler, J.,** 1990. "Information, Physics, Quantum: The Search for Links" (ed: Wojciech Zurek), *Complexity, Entropy and the Physics of Information*, Addison-Wesley, Redwood City
- William, P.,** 1985. *The Recursive Universe: Cosmic Complexity and the Limits of Scientific Knowledge*. Contemporary Books, Kanada
- Wilson, C. J.,** 2008. *The Evolution of Designs: Biological Analogy in Architecture and the Applied Arts*, Routledge, New York
- Wilson, E. B.** 1923. *The Cell in Heredity and Development*, Macmillan Publishing, New York
- Wingardh, G. and Waern, R.,** 2008. *Crucial Words: Conditions for Contemporary Architecture*, Birkhauser, Basel.

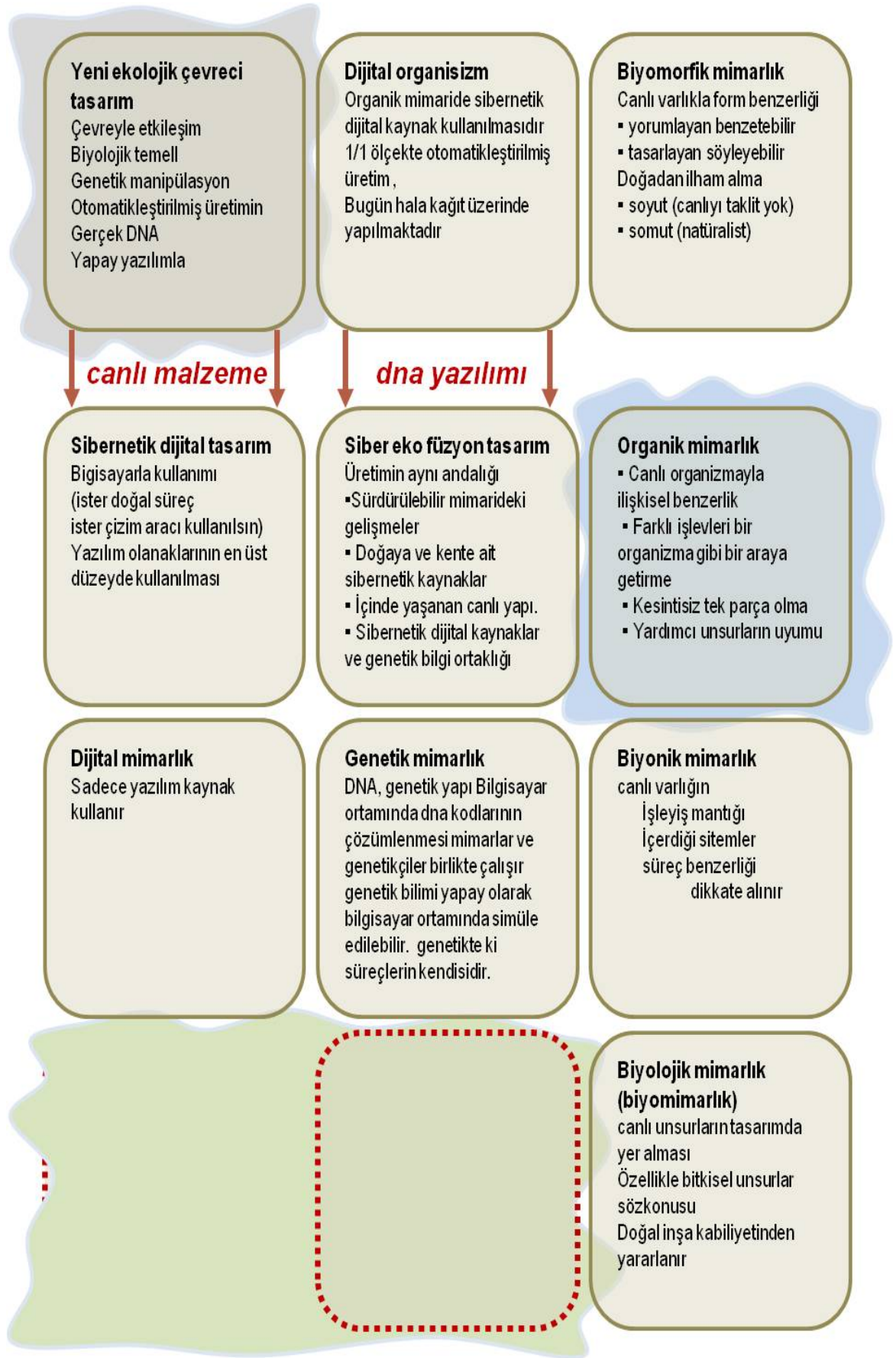
Wolfram, S. 2002. A New Kind of Science, Wolfram Media Inc., Champaign

Wu, F., 1998, An experiment on The Genetic Polcentricity of Urban Growth in A Cellular Automatic City, Environment and Planning B 25, sf: 731-752.

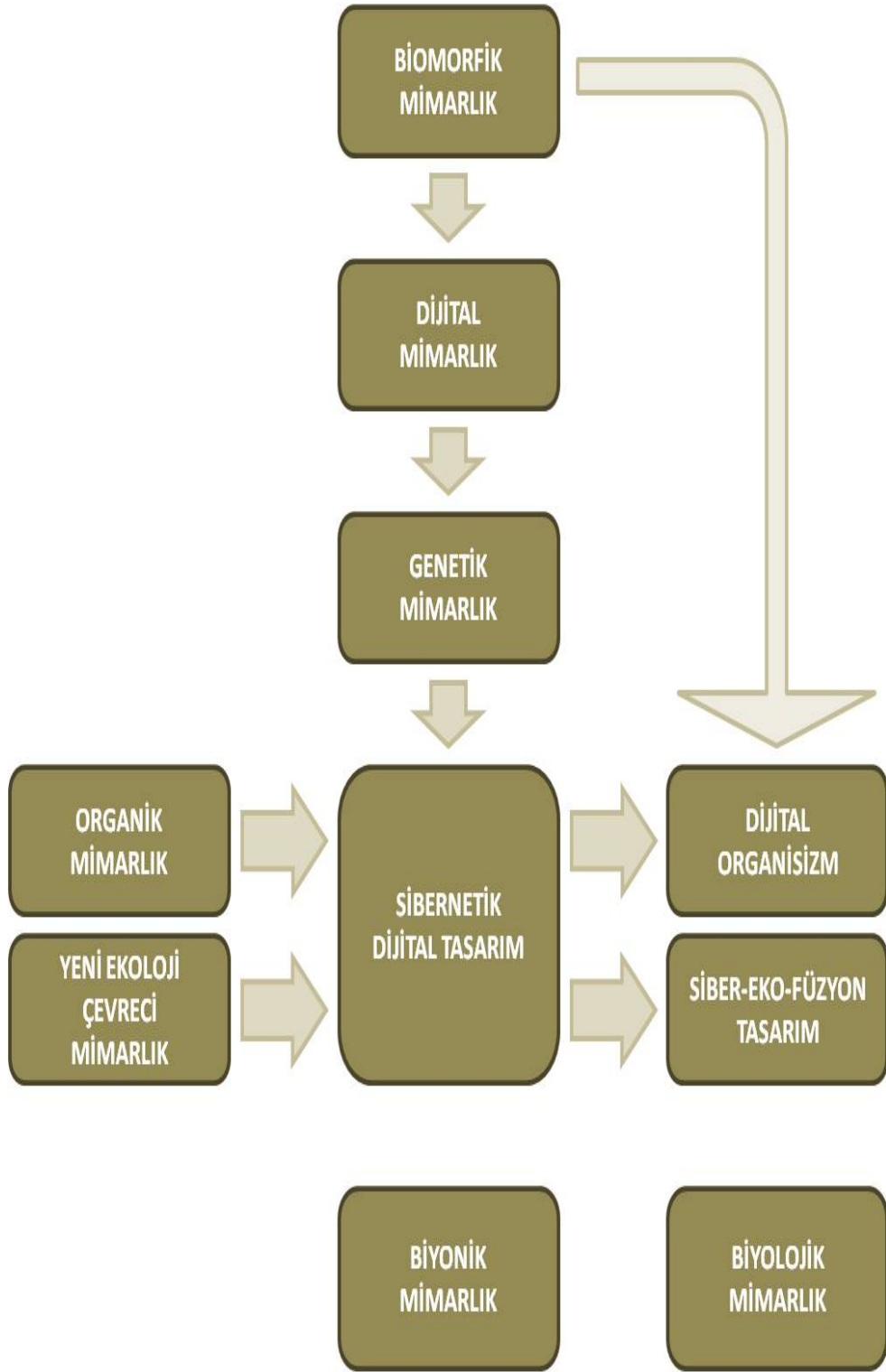
EKLER

EK A : TEZDE KULLANILAN ŞEKİLLER VE ÇİZELGELER

EK B : TEZDE KULLANILAN İNTERNET KAYNAKLARI



Şekil A.1.: Genetik Mimarlık Tanımının Şeması



Şekil A.2.: Genetik Mimarlık tanımlarının açılım

Çizelge A.1.: Genetik Mimarlık ürünlerin karşılaştırılması.

GELENEKSEL MİMARLIK ÜRÜNÜ	DİJİTAL GENETİK MİMARLIK ÜRÜNÜ	BİYOLOJİK GENETİK MİMARLIK ÜRÜNÜ
Kontrol edilebilir	Kullanıcının istediği doğrultuda ve kullanıcı yerine düşünür	Varlığını sürdürebilecek şekilde hareket eder, kullanıcı tarafından kontrol edilebilir.
Hareketsizdir	Hareketsiz ve /veya kısmen hareketli olabilir, hareketi mekanik olarak kontrol edilebilir	Hareketlidir, hareketi genetik yöntemlerle kontrol edilebilir.
İstenmeyen doğa koşullarından korur, çevreden yalıtır.	Doğaya kullanıcının istediği şekilde cevap verir. Kullanıcının öngörülleri ile sınırlıdır.	Doğal etmenlere reflekslerle cevap verir. Kullanıcı cevapları üretim aşamasında programlayabilir.
İnsan binaya egemen, doğa dışarıdadır.	İnsan binaya egemen, bina doğaya cevap verebilir.	Bina ve insanın doğa ile etkileşimi vardır.
Doğaya zıt soyut bir tavır veya biçim olarak benzerlik.	Fonksiyon yönünden tepki verebilen	Yapay doğayı oluşturur
Geri dönüşüm yok	Geri dönüşüm yok	Geri dönüşüm var
Doğa-canlı, kent-yarı canlı, bina-cansız, insancanlı	Doğa-canlı, kent-yarı canlı, bina-yarı canlı, insan-canlı	Doğa-canlı, kent-canlı, binadüşünemeyen canlı, insancanlı
Yığma veya strüktür ve örtü	Yığma veya strüktür, örtü ve sensörler	Düşünemeyen, programlanmış organizma

Çizelge A.2.: Biyolojik ve Dijital Genetik Mimarlığın karşılaştırılması.

BİYOLOJİK GENETİK MİMARLIK	DİJİTAL GENETİK MİMARLIK
<i>Yeni ekolojik çevreci tasarım</i>	<i>Yeni sibernetik dijital tasarım</i>
■ Hiçbir zaman gerçekleşmemiş olan ■ Doğal yaşam unsurları ■ Doğadan yararlanarak yaratmak	■ İnşa edilmiş örnekleri olan ■ Yapay dijital elementler ■ Doğa içerisinde yaratmak
Teknik: tasarlanan bir mekanı yaşanabilir kılmak için gelişim, boyut, biçim gibi özellikleri belirleyen genlerin yeniden dizilmesi ve gerekli olduğunda tasarlanan binanın hücresel yapısının güçlendirilmesi yapılır.	Teknik: robot makinelerin, sayısal hesaplama makinelerinin, sıcaklık arttıran makinelerin, araçlar ya da açıklamalara gerek duyulmadan doğrudan bilgisayar çizimleri ile yönlendirilen yeni sibernetik sistemlerle geliştirilir.
Malzeme: Gerçek DNA örnekleriyle çalışılabilir. Kendini yenileme ve gelişim için gerekli olan bilgiyi içerisinde barındırır. fiziksel ya da metafizik koşullarda etik ya da estetik kaygılar güderek gerçek ve doğal canlı unsurları kullanır	Malzeme: Gerçek DNA örnekleriyle ya da yapay yazılımlarla çalışılabilir. Her ikisi de kendini yenileme ve gelişim için gerekli olan bilgiyi içerisinde barındırdığı için DNA ve yazılım bir anlamda özdeş kabul edilebilir.
■ Hücre yapısı güçlendirilmeli	■ Yeni sibernetik kaynaklar geliştirilmeli

Çizelge A.3.: Genetik Mimarlık tanımlamalarının karşılaştırılması.

<i>GENETİK MİMARLIK TANIMLARI</i>	<i>içerik</i>	<i>malzeme</i>	<i>araç</i>	<i>metot ve üretim</i>	<i>mimar</i>
Biyomorfik Mimarlık	Form benzerliği, canlı varlıkların biçimsel olarak taklit edilmesi	Yapay malzeme, tahta, çelik, tuilla, beton, plastik	Konvansiyonel çizim araçları	Konvansiyonel çizim teknikleri,	Antoni Gaudi Santiago Calatrava
Biyonik Mimarlık	İşlevli benzerliği, canlı varlıkların içerdiği sistemler yada süreçlere benzetilmesi	Yapay malzeme, tahta, çelik, tuilla, beton, plastik,	Konvansiyonel çizim araçları	Konvansiyonel üretim sistemleri	Norman Foster
Organik Mimarlık	Farklı işlevli unsurları bir arada tutan prensiplerin öngörülmesi	Yapay malzeme, tahta, çelik, tuilla, beton	Konvansiyonel çizim araçları	Kesintisiz tek parçadaki ana ve yardımcı unsurlar	Frank Lloyd Wright Eero Saarinen Toyo Ito
Dijital organizizm	Farklı işlevleri olan organizmaların bir aradalığı, uzamsal ve biçimsel tüm araştırmalar	Farklı işlevli unsurlar arası ilişkiler	Sibernetik dijital kaynak	1/1 ölçekte üretim	Cecil Balmond
Yeni-ekoloji çevreci tasarım	Ekolojik sistemler ve sistemler arası etkileşim, ekomimesis ve biomimesis	Ekolojik sistemler, simbiyotik yalıtım	Sibernetik dijital kaynak	Genetik manipülasyonun mimariye dahil edilmesi	Ken Yeang
Genetik Mimarlık	İkifileme ve kodlama mantığı	Gerçek DNA, ve dijital DNA	Sibernetik dijital kaynak	Hem yapay ortamda hem de sanal ortamda olabilme	Karl Chu Alberto Estevez
Biyolojik Mimarlık	Canlı (bitkisel) unsurlar doğal inşaa kabiliyeti	Bitkiler, kemikler, gerçek DNA	Sibernetik dijital kaynak	Dijital fabrikasyon	Dennis Dollens
Yeni-sibernetik dijital tasarım	Doğal süreçler	Bilgisayar yazılımın kendisi	Sibernetik dijital kaynak	Özel bilgisayar yazılımları	Michael Weinstock Achim Menges
Dijital Mimarlık	Her türlü organik biçimleri yaratılabilme ve üretilebilme kabiliyeti	Bilgisayar yazılımın kendisi, hem tasarım hem üretim alanında	Sibernetik dijital kaynak	Dijital fabrikasyon	Greg Lynn Zaha Hadid UN Studio
Siberekofüzyon tasarım	Canlı yapı, yalıtılan olmanın tüm özellikleri	Gerçek DNA	Canlı olan her şey,	Doğal büyüme ve gelişim, farklı her parçanın tek tek ve anında üretimi	Marcuz Cruz Steve Pike

Çizelge A.4: Genetik Mimarlık teorilerinin getirdiği açılımlar.

GENETİK MİMARLIK TEORİLERİ	<i>Tasarım süreci / temsil araçları (fiziksel ve dijital ortam da)</i>	<i>Mimarın rolündeki değişim ve mimarlık pratiğine yansımaları</i>	<i>İlişki kurulan disiplinler teoriler ve kavramlar</i>	<i>Malzeme kullanımı ve özellikleri</i>	<i>Bu konuda çalışan Mimarlar (teori üreten ve ya uygulama yapan)</i>
Hyperzoik Paradigma	Morfogenez ve epigenez süreçlerle benzerlik kurmak	Bilgisayar yazılımı oluşturma ve tüm hesaplama süreçlerini kontrol etmesi	Leibniz'in Monadolojisi, Alan Turing'in Evrimsel Turing Makinası, Von Neumann Mimarisi, Wolfram'ın bilim anlayışı	Sadece dijital olanaklar	Karl S. Chu
Yeni-Dijital Ekoloji	Canlı varlıkların mimaride kullanılmasını olanaklı kılan genetik manipülasyonun tasarıma dahil etmek	Bilgisayar yazılımı yazması ve/ veya üretim teknolojisi ile geliştirmesi	Ekoloji, Dijital Teknikler,	Gerçek DNA'lar ve/veya bilgisayar yazılımları	Alberto Estevez
Dijital Botanik	Yeni yapıyı (yapı ve deri) tasarım düşüncelerinin potansiyel biçimlerine veya maddi nesnelere dönüşmesini göstermek	Teknoloji ve bilimin araçlarını kullanarak doğanın yeniden incelenmesi, doğaya bakarak mevcut ve gelişen tasarım pratiğiyle veya deneysel tasarımla ortaklık içerisinde olması	Biyomimetik, biyokimya, biyoloji, farmakoloji, botanik, dijital teknikler Louis Sullivan	Canlı bitkiler, doğadan alınan herhangi bir nesnenin tasarım özelliklerinden dolayı bir kaynak olarak kullanılabilmesi	Dennis Dollens
Morfo-Ekolojiler	Bilgisayarda genetik algoritmaları kullanan grafik programlar aracılığıyla kendi kendine oluşan ve her seferinde değişik sonuçlar ortaya çıkaran biçimleri bulmak	Mimarın doğada var olan sistemlerin içinde kendiliğinden türeyen ve evrimleşen formların ortaya çıkmasını sağlaması	Evrimsel biyoloji, moleküler biyoloji, yeni geometri morfogenezis, hücre büyümesi, hücre farklılaşması, ve polimorfik sistemler	Performans özellikleriyle ön plana çıkan her türlü malzeme, doğada zaten varolan canlı ve cansız tüm sistemler	Michael Weinstock, Achim Menges, Michael Hensel

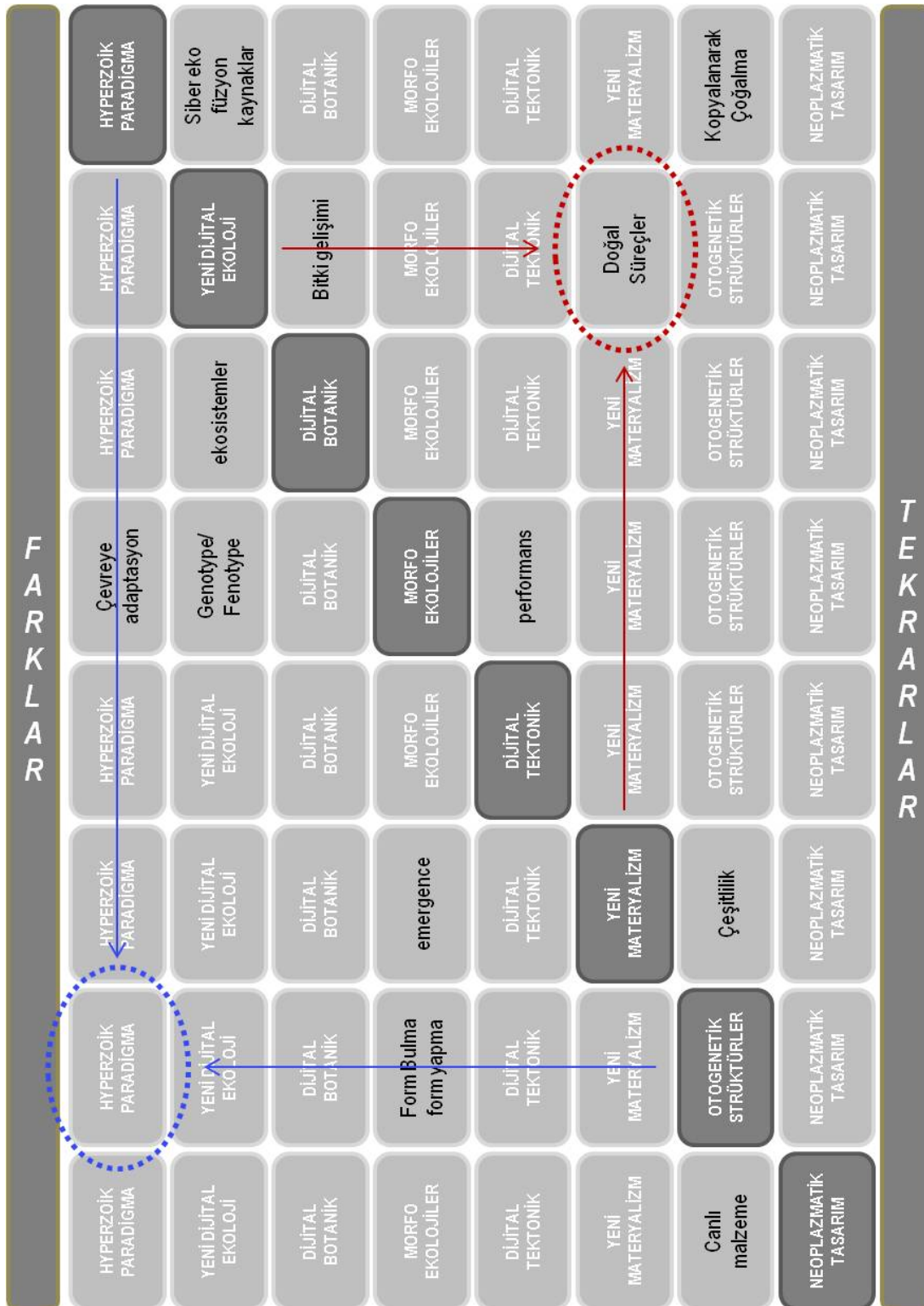
Dijital Tektonik	Materyal sistemleri tasarım sürecinde üretici sürücüler olarak anlamak.	Maddeyi ve içeriği anlama, performansını keşfetme ve dijital dünyanın tüm olanaklarını kullanması	Morfogenesis, morfogenetik, morfoekoloji, formasyon Manuel de Landa	Canlı cansız tüm malzemeler	Neil Leach
Yeni Materyalizm	Bir araya gelme ve çevre koşullara uyum sağlama prensiplerini ortaya çıkartmak	Materyal davranışından prensipler keşfetmesi ve bunu pratiğe taşıması	Doğal süreçlerin tümü, canlı veya cansız tüm oluşumların var olma süreçleri	Materyal kullanımında optimizasyon	Manuel de Landa
Otogenetik Strüktürler	İstikrarsızlaştırma ve yeniden yönlendirmeyi temsil etmek.	Genetiğin matematiksel yönünü, varyasyonları ve kombinasyonları birer çeşitlilik ve doğal seleksiyon unsurları gibi kullanması	Karmaşıklık, doğal ve canlı formlar, malzeme etkileri	İleri derecede fabrikasyon	Evan Douglass
Neoplazmatik Tasarım	Mikro-organizmaların manipülasyon ve kontrolü	Cerrahlar, materyal bilimcileri gibi daha uzak disiplinlerle işbirliğine girmesi	Tıp bilimindeki ilerlemeler, cerrahlık bilimindeki teknolojik yenilikler, mikrobiyologlar ve doku mühendisleri	Gerçek canlılar ve gerçek dokular	Marcus Cruz Steve Pike

Çizelge A.5: Genetik Mimarlık teorilerinin niteliksel karşılaştırılması.

GENETİK MİMARLIK TEORİLERİ	Önerileri ve eleştirisi konuları	Kavramsal araçlar	Mekanın anlamı ve /veya biçimin algılanması	Gerçek – Sanal ilişkisi	Doğayla kurduğu ilişki
Hyperzoik Paradigma	Hesaplamanın tüm olasılıklarını mimarlıkla aktarmak	Hyperzoik paradigma, Paralel olasılıklar evreni, genotip, fenotip, algoritmik bilgi teorisi, üretken ilkeler	Biçimin oluşumu önceden öngörülemez olması	Sanal ortamın gerçek ortamlarla iç içe geçmesi ve sanal ortamın asıl mimarlık ortamı olması	Doğa değil de her şeyin zihinsel ve soyut bir düzlemde var olması
Yeni-Dijital Ekoloji	Genetik disiplini verileriyle mekanik yada organik mimarlıklar oluşturmak için kullanmak ancak moleküler iç yapıya dokunmamak	Doğal bir yazılım olan DNA ve yapay bilgisayar yazılımları	Hem dikeyin hem yatayın. organizma mantığı ile kugulanması	Sibernetik dijital tasarım	Yapay ve doğal doğayı üretmek
Dijital Botanik	Bitkilerin büyüme süreçlerini bilgisayar ortamında simüle ederek doğal biçimlere ulaşmak, karışık biçimler ve bu biçimlerin sonrasında dallar, asmalar ve yapraklar geliştirmek	Çevrenin yeni yapının bir parçası olarak yeniden kavramsallaştırılması, büyümeye benzeyen (<i>growth-like</i>), içe dönük gelişme (<i>intergrowth</i>), aşırı büyüme (<i>overgrowth</i>)	Botanik biçimlerin mimari ve toplumsal kavramları nasıl ifade edebileceği üzerine olan düşünceyi geliştirmesi, biçim ve yapıyı evrimleştirmek için bir yöntem önermesi	Görsel bir tasarım biyomimetisi	Doğayı mimarlık, medeniyet yapıları, şiir ve felsefe için mercek olarak görmesi
Morfo-Ekolojiler	Çevreyle uyumlu binalar yaratmak, mimariyi doğal süreçlerle aynı hizaya getirmek ve biçimsel anlam yükleme davranışından uzaklaştırmak	Genetik algoritmalar, mutasyon, organizma self-organizing (kendinden örgütlü, “emergence”)	Kendi kendini örgütleyebilen malzemeler sonucu biçim-yapı ve malzeme arasındaki farkın ortadan kalkması	Sanal mekanın doğal seleksiyon yoluyla en iyi formları ortaya çıkarabilmesi ve aracılık etmesi	Tasarlanmı doğalı kullanması

Dijital Tektonik	Kendinden yola çıkarak yapay dijital elementler oluşturmak	Performans, hesaplamalı tasarım, parametrisizm	Birbirinden kopuk ayrı elementler değil, değişken girdi ve geri besleme ilişkilerine cevaben ortaya çıkan, polimorfik sistemlerdeki karmaşıklık ve birbiriyle iç içe geçmiş ilişkiler bütünü	Sanal ortama yaratım imkanı sağlamak için gerçek malzemeyle çalışması	Doğaya performans gerekliliği çerçevesinde uyum sağlaması
Yeni Materyalizm	Kendi performansı tarafından doğrulanan bir mimarlık anlayışıyla materyal koşulları anlamak	Doğal süreçler, raslantı, moleküler düzey, materyal bilimi	Bir şeyin yöneldiği içkin amaç olarak algılanması	Sanallık değil gerçekliğe vurgunun artması	Tüm cevapları içinde barındıran sistemler bütününe doğa olarak değerlendirilmesi
Otogenetik Strüktürler	Form ve mekan kavramlarını zaman ve dönüşüm kavramlarıyla birleştirmek	Yüzey, kütle, mekan, vektörel süreçler, kopya çıkarma, yüzey matematiği, çeşitlilik	Mekanı topolojik süreçlerden, zamana dayalı operasyonundan doğan ama aynı zamanda kendi içinde zamana dayalı olmayan bir olgu olması	Sanal düzlemden ve fiziksel ortamlardaki yüzey etkileri	Doğadaki akıllıkanlık, karmaşıklık ve çeşitlilik kavramlarının ön plana çıkarılması
Neoplazmatik Tasarım	Canlı dokulardan binalar elde etmek için mikro organizmaların manipülasyonu yapmak	Canlı doku, mikrobik materyal, yarı canlı yapı	Yaşayan canlı bir yapının içinde olma durumu	Tamamen fiziksel ortam gerektirmesi	Yaratılmış doğa yapması

Şekil A.3.: Genetik Mimarlık Teorilerinde Farklar/Tekrarlar.



EK B: internet kaynaklarının sınıflandırılmış listesi

Çizelge B.1.: İnternet kaynaklarının sınıflandırılmış listesi.

İsim	Yazar/	Link - Bağlantı
Far Eastern International Digital Architectural Design Award		
FEIDAD 2000		
Body is Environment	Andreas Karaikos	http://www.karaikos.ndo.co.uk/
Ambient Amplifiers, Tøyen Park Oslo, Norway, 2000	OCEAN NORTH - Birger Sevaldson, with Phu Duong	http://www.ocean-designresearch.net/index.php?option=com_content&task=view&id=20&Itemid=42
FEIDAD 2005		
The Philosophy of Digital Architecture: The FEIDAD Award		http://architettura.supereva.com/extended/20060513/index.htm
Auto Braids / Auto Breeding	Evan Douglass	http://architettura.supereva.com/artland/20040206/index_en.htm
BASE 4. Loop.space	BASE4	http://architettura.supereva.com/architettura/20060513/index.htm
I've heard about...	R&Sie(n) + D	http://architettura.supereva.com/allestimenti/20050924/index.htm
FEIDAD 2006		
Feidad 2006 Guillem Baraut Mattia Gambardella		http://www.baraut.net/feidad/
ipernity: FEIDAD 2006 URBAN LOBBY by Sasa Wang		http://www.ipernity.com/doc/sasa/album/38638
FEIDAD 2007		
FEIDAD 2007 Open Library System	Thomas Wortmann	http://www.funpalace.info/feidad2007/
hybrid species (Feidad 2007)	YME (Yevgeniy Beylkin, Margarita Valova, Elif	http://www.yme-uk.net/Feidad07/

	Erdine)	
WORKing Planet - Feidad 2007		http://www.thurlowsmall.com/feidad2007/
Helioscopes Feidad 2007	Evan Dougliis Studio	http://www.evandougliis.com/feidad07/
Schools		
Architectural Association School of Architecture Digital Visual Design (AADVD)		http://www.aaschool.ac.uk/aadvd/
Architectural Association School of Architecture Design Research Laboratory (AADRL)		http://www.aaschool.ac.uk/aadrl/
TU Wien (Coding Architecture)		http://www.gbl.tuwien.ac.at/
The Columbia University Graduate School of Architecture, Planning, and Preservation (GSAPP)		http://www.arch.columbia.edu/
Massachusetts Institute of Technology, School of Architecture and Planning, MIT Media Laboratory		http://www.media.mit.edu/
University of Maryland - Department of Art		http://www.art.umd.edu/
Fachhochschule Lausitz, MasterStudio für Digitale Architektur (MASDA)		http://www.masda.loma-online.de/
RMIT University Spatial Information Architecture Laboratory (SIAL)		http://www.sial.rmit.edu.au/
Israel Institute of Texhnology, Technion's Computer Oriented Design (TCODE)		http://tx.technion.ac.il/~tcode/
Royal College of Art, Postgraduate Art & Design, Industrial		http://www.designcreate.info/

Design Engineering (designcreate)		
Workshops		
(n)certainties v1.0		http://ncertainties.wordpress.com/
(n)certainties v2.0		http://ncertainties2.wordpress.com/
(n)certainties v3.0		http://ncertainties3.wordpress.com/
Architectural practices / researches		
Eisenman Architects	Peter Eisenman	http://www.eisenmanarchitects.com/
John Frazer	John Frazer	http://www.johnfrazer.com/
Bernard Cache	Bernard Cache	
Evan Douglass Studio	Evan Douglass	http://www.evandouglass.com/
Contemporary Architecture Practice	Ali Rahim	http://www.c-a-p.net/
Foreign Office Architects		http://www.f-o-a.net/
Mutsuro Sasaki	Mutsuro Sasaki	
Zaha Hadid Architects	Zaha Hadid	http://www.zaha-hadid.com/
The Recursive Library - Library of the Turing Dimension -	Karl S. Chu	http://www.arch.columbia.edu/gsap/19212///
The Turing Dimension	Karl S. Chu	http://www.archilab.org/public/2000/catalog/xkavya/xkavyaen.htm
Advanced Architecture Studio	Karl S. Chu	http://www.arch.columbia.edu/gsap/10504///?data=true!work!current_studios.php?semester=2002-01-01!10504
biothing	Alisa Andrasek	http://www.biothing.org/flash.htm http://www.biothing.org/wiki/doku.php?id=biothing
theverymany	Marc Fornes	http://www.theverymany.net/
R&Sie	Francois Roche	http://www.new-territories.com/
Patrik Schumacher	Patrik Schumacher	http://www.patrikschumacher.com/
Future Architecture	Maren Klasing	http://www.futurearchitecture.eu/
systemicprocess	David Jaubert and Michael	http://www.systemicprocess.com/

	Harris	
interactivearchitecture	Ruairi Glynn	http://www.interactivearchitecture.org/
Serero architectes	David Serero	http://www.serero.com/index_en.htm
PEG office of landscape + architecture		http://www.peg-ola.com/
MATSYS	Andrew Kudless	http://www.materialsystems.org/
supermanoeuvre	Dave Pigram, Iain Maxwell	http://www.supermanoeuvre.com/
nARCHITECTS		http://www.narchitects.com/index.html
LATERAL OFFICE	Mason White + Lola Sheppard	http://www.lateralarch.com/master.html
GNUFORM	Jason Payne, Heather Roberge	http://www.gnuform.com/
f-u-r		http://www.ezct.net/
serie architects architecture & the city	Christopher CM Lee, Kapil Gupta	http://www.serie.co.uk/
armyofclerks		http://armyofclerks.net/
Archim Menges	Archim Menges	http://www.achimmenges.net/
Minimalforms architecture + design	Theodore Spyropoulos, Stephen Spyropoulos	http://www.minimaforms.com/
00110.org	Vasilis Stroumpakos	http://www.00110.org/
MATERIALECOLO GY	Neri Oxman	http://www.materialecology.com/ http://materialecology.blogspot.com/
kokkugia	Robert Stuart- Smith, Roland Snooks, Jono Podborsek	http://www.kokkugia.com/
Engineering		
Ove Arup and Partners	Cecil Balmond	http://www.arup.com/
B+G Ingenieure - Bollinger und Grohmann GmbH		http://www.bollinger-grohmann.de/
Writings online		

ON DIGITAL ARCHITECTURE	Rosalba Belibani, Anna Gadola	http://info.tuwien.ac.at/ecaade/proc/belibani/belibani.htm
All-Over, Over-All: biothing and Emergent Composition	Pia Ednie-Brown	http://www.biothing.org/wiki/lib/exe/fetch.php?id=writing&cache=cache&media=ref:ednie-brown_alloveroverall.pdf
CONTINUUM A Self-Engineering Creature-Culture	Alisa Andrasek	http://www.biothing.org/wiki/lib/exe/fetch.php?id=writing&cache=cache&media=andrasedcollectiveintelligence.pdf
An Evolutionary Architecture	John Frazer	http://www.aaschool.ac.uk/publications/ea/intro.html
People		
Unlekker.net	Marius Watz	http://www.unlekker.net/
Generator.x	community	http://www.generatorx.no/
Evolutionzone	Marius Watz	http://www.evolutionzone.com/
Code & Form	Marius Watz	http://workshop.evolutionzone.com
tobesch	Tobias Schwinn	http://tobesch.wordpress.com/ http://www.tobesch.de/
toxi	Karsten Schmidt	http://toxi.co.uk/
PostSpectacular	Karsten Schmidt	http://postspectacular.com/
Aether Architecture	Adam Somlai-Fischer	http://www.aether.hu/
Ben Fry	Ben Fry	http://benfry.com/
REAS	C.E.B. Reas	http://reas.com/
GroupC	Casey Reas	http://www.groupc.net/
giulopiacentino	Giulio Piacentino	http://www.giulopiacentino.com/
The Nature of Code	Daniel Shiffman	http://www.shiffman.net/
Sugar Inc.	Marc Boles, Kristof Crolla, Giulia Foscari and Arturo Lyon	http://sugar-inc-architecture.com/
the teeming void		http://teemingvoid.blogspot.com/
Commonwealth	Zoe Boira Coombes, F. David Boira	http://www.commonwealth.nu/
Lorenzo Oggiano	Lorenzo Oggiano	http://www.lorenzooggiano.net/index.php

Eno Henze	Eno Henze	http://www.enohenze.de/current/wirklichkeitsschaum/ws.html
abusedmedia	Fabio Franchino	http://www.abusedmedia.it/diario/
abstract-codex	Alessandro Capozzo	http://www.abstract-codex.net/works.html
designexplorer	Axel Kilian	http://www.designexplorer.net/
Aranda \ Lasch		http://www.arandalasch.com/
FACEBREEDER	Theodore Spyropoulos, Vasilis Stroumpakos	http://www.facebreeder.com/
Afroditi Krassa	Afroditi Krassa	http://www.afroditi.com/
Communities		
OCEAN		http://www.ocean-designresearch.net/
DIGITAL TOPOGRAPHIES		http://www.00110.org/digitaltopographies/
CORE.FORM-ULA		http://www.core.form-ula.com/
Unsorted		
Principia Cybernetica Web		http://pespmc1.vub.ac.be/
Buro Happold		http://www.burohappold.com/BH/Home.aspx
Design to Production		http://www.designtoproduction.ch/index.php
Dictionary of Algorithms and Data Structures		http://www.nist.gov/dads/
Algorithmic Botany		http://algorithmicbotany.org/
ORAMBRA		http://www.orambra.com/
Philip Beesley Architect Inc.		http://www.philipbeesleyarchitect.com/
p l a s m a studio		http://www.plasmastudio.com/
PLY Architecture		http://www.plyarch.com/
ROEWUarchitecture		http://www.roewu.com/
Ruy Klein	Ruy Klein	http://www.ruyklein.com/
sean hanna: research and design	Sean Hanna	http://www.sean.hanna.net/index.htm
jeneratiff		http://jeneratiff.com/
DATAISNATURE		http://www.dataisnature.com/
MOON RIVER		http://moonriver.blogspot.com/index.html
information aesthetics - Information		http://infosthetics.com/

Visualization & Visual Communication		
The Institute For Figuring		http://www.theiff.org/
theverymany		http://www.theverymany.net/
light matters		http://www.lumen.nu/rekveld/wp/index.php
SEEN		http://studioseen.blogspot.com/
Informationlab		http://www.informationlab.org/
Digital Slaves		http://www.digital-slaves.com/
meso		http://www.meso.net/
3DELUXE		http://www.3deluxe.de/
LAB[au]		http://www.lab-au.com/
Exyzt		http://www.exyzt.net/tiki-index.php
aquabassimo		http://aquabassimo.com/
checksum5		http://www.checksum5.com/
beflix		http://www.beflix.com/
mesne		http://www.mesne.net/
Erno Henze		http://www.enohenze.de/
ParaMod.net		http://paramod2.blogspot.com/
DIGIFAB		http://digifabclass.blogspot.com/
reconstructivism		http://www.reconstructivism.net/
RESEARCHNODES		http://www.researchnodes.org/doku.php
scriptedbypurpose		http://scriptedbypurpose.wordpress.com/
WWEK		http://www.whiteweekendkites.com/
archiact.fr		http://www.archiact.fr/
visualcomplexity		http://www.visualcomplexity.com/vc/
complexification		http://www.complexification.net/
DIGITALCULT		http://www.digicult.it/
we make money not art		http://www.we-make-money-not-art.com/
interim.projekte		http://www.interim-projekte.net/
m-any		http://www.m-any.org/
digital design in architecture		http://digitaldesigninarchitecture.blogspot.com/
COPLANAR		http://www.coplanar.org/
FLIGHT404		http://www.flight404.com/blog/
strangethingshappen		http://www.strangethingshappen.org/
metaphorical.net		http://www.metaphorical.net/
Soda		http://soda.co.uk/



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Zülal Nurdan ERBAŞ KORUR

Doğum Yeri ve Tarihi: Burdur 1969

Adres: Beykent Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi,
Mimarlık Bölümü

Lisans Üniversitesi:

Lisans: İTÜ Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü (1991)

Degree (Bsc): UEL University of East London, School of Architecture
(2000), London. RIBA Part 1

Diploma (DipArc): UEL University of East London, School of Architecture
(2002), London. RIBA Part 2

Yüksek Lisans Üniversitesi: UEL University of East London, School of Architecture
(1997), London. Advance Architecture &
Environmental Studies, London. Msc

Yayın Listesi:

- Arıdag, L., Cimsit, F., Özdemir, S., S., **Korur, N., Z.**, 2009. STUDIO ‘bdytrcs-plc’: Body-Trace-Space-Place, Livenarch IV, 4th *International Congress Liveable Environments And Architecture*, July 9-11, 2009 Trabzon, Turkey
- **Korur, N., Z.**, 2008. “The Transformation of Architecture”, IIAS INTERSYMP2008, 20th International Conference on Systems Research, Informatics and Cybernetics – First International Symposium on Architecture of 21st Century: In Search of New Paradigms” 24-30 July 2008, Baden-Baden, Germany
- **Erbaş Korur, N. Z.**, 1998. “A Rustic Hen House Comes to Wembley” The Architects’ Journal (August 1998), number 7, volume 208, page:40-41
- **Erbaş Korur, N. Z.**, 1997. “Sustainability; Is it Important in Architecture” Advanced Architecture and Energy Studies AAES. East London University. Yüksek Lisans Tezi (June 1997)

