

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**BİLGİSAYAR DESTEKLİ MİMARİ TASARIM VE
YARATICILIK**

Anabilim Dalı: Mimarlık

Programı: Bilgisayar Ortamında Mimari Tasarım

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mimar Tuba KUZGUN

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Gülen ÇAĞDAŞ

ÖNSÖZ

Bu tezin oluşturulması süresince bilgi ve desteğini benden esirgemeyen değerli tez danışmanım sayın Prof. Dr. Gülen Çağdaş' a teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bana olan güven ve inancını daima arkamda hissettiğim aileme ve sevgili arkadaşım Gültekin Karakuş'a yoğun çalışma dönemlerimdeki yardım ve desteklerinden dolayı minnettarım. Oldukça yoğun bir analiz ve değerlendirme sonucu gerçekleşen bu çalışmanın konuyla ilgilenen herkese küçük de olsa bir katkısı olabilmesi umuduyla...

26 Nisan 2003

Tuba KUZGUN

Sevgili babamın anısına.....

İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	viii
ÖZET	xi
SUMMARY	xiii
1. GİRİŞ	1
1.1. Problemin Tanımı: Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım	1
1.2. Tezin amacı, kapsamı ve tezde izlenen yöntem	2
2. MİMARİ TASARIM VE YARATICILIK	5
2.1. Mimari Tasarım	5
2.1.1. Mimari Tasarım Sürecinin Tanımı ve Özellikleri	7
2.1.2. Problem Çözme Süreci Olarak Mimari Tasarım	9
2.1.2.1. Mimari Tasarım Problemleri	10
2.1.2.2. Mimari Tasarım Problemlerinin Doğası	12
2.2. Mimari Tasarımda Yaratıcılık	13
2.2.1. Tasarımda Yaratıcılık Kavramının Kuramsal Altyapısı	14
2.2.1.1. Bireysel Yaratıcılık Yaklaşımları	15
2.2.1.2. Sosyo-Kültürel Yaratıcılık Yaklaşımları	16
2.2.2. Yaratıcı Bir Süreç Olarak Mimari Tasarım	23
2.2.3. Sezgisel Tasarım ile Sistemik Tasarımı Bütünleştirme Yaklaşımı	25
2.2.3.1. Yaratıcı ve Sezgisel Mimari Tasarım	25
2.2.3.2. Sistemik Tasarım	34
2.2.3.3. Sezgisel Tasarım ile Sistemik Tasarımın Karşılaştırılması	36
2.2.4. Yapay Yaratıcılık	37
2.2.4.1. Yaratıcılık Sistemi Yaklaşımı	39
2.2.4.2. “Üret-ve-test et” Modeli	40
2.2.4.3. Yapay Yaratıcılık Modeli	41
2.3. Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım	46
2.3.1. Bilgisayar Destekli Mimari Tasarımın Tarihçesi	47
2.3.2. Bilgisayar Destekli Tasarımda Kavramsal Modelleme	49

3. BİLGİ TABANLI MİMARİ TASARIM	57
3.1. Bilgi-Tabanlı Mimari Tasarım Süreci	57
3.2. Akıllı Bir Bilgi-Tabanlı Sistem Modeli	59
3.2.1. Akıllı Bir Bilgi-Tabanlı Tasarım Sisteminin Yapısı	60
3.2.2. Bilgi-Tabanlı Tasarımda Yaratıcılık	63
3.3. Bilgi-Tabanlı Tasarım Sistemlerine Örnekler	64
3.3.1. LOOS Sistemi	65
3.3.1.1. Yaratıcılığı Arttırmak İçin Geliştirilen Bir Tasarım Ortamı	65
3.3.1.2. Sistemdeki Plan Tasarımı Yaklaşımı	67
3.3.1.3. LOOS Sisteminde İnsan-makine İşbirliği	68
3.3.1.4. LOOS Sistemindeki Yaratıcılık Yaklaşımı	71
3.3.2. PROTOTİP Temelli Bir Tasarım Modeli	73
3.3.2.1. Tasarımda Prototipler	74
3.3.2.2. Değerlendirme	79
3.3.3. SEED Sistemi	79
3.3.3.1. SEED'in Veritabanı Gereksinimleri	80
3.3.3.2. Sistemdeki Konfigürasyon Yönetimi	82
3.3.3.3. Örnek İndeksleme ve Geri Çağırma	85
3.3.3.4. Sistemdeki Kısıtlama Yönetimi	86
3.3.3.5. SPROUT Bileşeni	87
3.3.4. KAAD Sistemi	88
3.3.4.1. KAAD Sistemindeki Tasarım Modeli	91
3.3.4.2. Modeldeki Veritabanı	92
3.3.4.3. Sınıflandırma Yapısı	94
3.3.4.4. Modeldeki Hedefler	94
3.3.4.5. Modeldeki Yorumlama Mekanizması	95
3.3.4.6. Tasarım Sürecinin Kontrol Edilmesi	97
4. EVRİMSEL TASARIM VE YARATICILIK	99
4.1. Evrimsel Tasarım Yaklaşımı	100
4.1.1. Genetik Evrim	100
4.1.2. Genetik Temsil	101
4.1.3. Genetik İşlemler	103
4.1.3.1. Tasarımda Genetik Evrim Yaklaşımının Avantajları	105
4.2. Evrimsel Tasarım Sistemlerine Örnekler	105
4.2.1. Evrimsel Bir Yaklaşım Kullanarak Mekansal Plan Tasarımı: EDGE	116
4.2.1.1. Tasarımda Geleneksel Optimizasyon Yaklaşımlarının Kısıtlamaları	118
4.2.1.2. EDGE Sistemi: Problemin Tanımı	120

4.2.1.3. Şema Teorisi Kapsamında Tasarım Bilgisinin Genetik Temsili	120
4.2.1.4. Evrimsel Tasarım Süreci	125
4.2.1.5. Optimizasyon Kriteri	128
4.2.1.6. Liggett Sistemi ile Karşılaştırma	128
4.2.2. “THE DIGITAL CLOCKWORK MUSE” Projesi	132
4.2.2.1. Tasarım Ajanı ve Kullanılan Sanat Değerlendirme Sistemi	133
4.2.2.2. Algılama Yöntemi	133
4.2.2.3. Yenilik ve İlgi Çekicilik Yaklaşımı	134
4.2.2.4. Ajanlar Arasındaki İletişim	136
4.2.2.5. Yaratıcılık Deneyleri	138
4.2.2.6. Modelin Gelişme Yönü	141
4.2.3. Algoritmik Bir Evrimsel Tasarım Yöntemi	143
4.2.3.1. Modeldeki Yapay Evrim Yaklaşımı	145
4.2.3.2. Kat Planı Tasarımını Destekleyen Sistem	147
4.2.3.3. Modelin Gelişme Yönü	150
4.2.4. Yaratıcı Tasarım İçin Şema Tabanlı Bir Evrimsel Tasarım Modeli	151
4.2.4.1. Yaratıcı Tasarım Modeli	151
4.2.4.2. Yaratıcı Tasarımın Durum Uzamı Temsili	153
4.2.4.3. ‘Ortaya Çıkma’ (Emergence) Kavramı	155
4.2.4.4. Şema Yaklaşımı	157
4.2.4.5. Evrimsel Süreç	163
4.2.4.6. Yaratıcılık İçin Önerilen Genetik Algoritma Modelleri	164
4.2.4.7. Modelin Gelişme Yönü	167
5. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM MODELLERİNİN YARATICI TASARIM YÖNÜNDEN DEĞERLENDİRİLMESİ	169
5.1. Bilgi-Tabanlı Tasarım Sistemlerinin Yaratıcılık Anlamında Değerlendirilmesi	169
5.2. Evrimsel Tasarım Sistemlerinin Yaratıcılık Anlamında Değerlendirilmesi	173
5.3. Mükemmel Bir Yaratıcı Evrimsel Tasarım Sistemini Oluşturmak için Önerilen Bir Yaklaşım	177
6. SONUÇLAR	185
KAYNAKLAR	188
ÖZGEÇMİŞ	196

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa no:</u>
Tablo 4.1. Mekan elemanları sayısı 'n' ve bunların olası çözümleri (Liggett)	119
Tablo 4.2. Pareto dilim açısı kullanımı örneği	126
Tablo 4.3. Liggett'in Space Layout Sistemi ile EDGE Sistemi arasındaki karşılaştırma	131
Tablo 4.4. Farklı yenilik tercihlerine sahip bir grup ajan için yaratıcılık değerlendirmesi	139

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa no:</u>	
Şekil 1.1	Bilgisayar destekli tasarım ve yaratıcılık araştırmasında ilgili disiplinler-arası etkileşim	2
Şekil 2.1	İnsanın beyinsel fonksiyonlarının sistematığı	27
Şekil 2.2	İnsan bilgi işleme sürecinin bir modeli	28
Şekil 2.3	Bilinçaltındaki bilgi elemanları	30
Şekil 2.4	Beynin bilinç ve bilinçaltı tabakaları	32
Şekil 2.5	Csikszentmihalyi'nin yaratıcılık sistemi yaklaşımı	40
Şekil 2.6	Liu'nun yaratıcı tasarımın ikili üret ve test et modeli	41
Şekil 2.7	Davranış-tabanlı bir yaklaşımla oluşturulan bireylerin davranışı	43
Şekil 2.8	Bireyler arasındaki değerlendirmelerin etkileşimi	45
Şekil 2.9	Sosyo-kültürel yaratıcılığın yapay yaratıcılık modeli	46
Şekil 3.1	Akıllı bir KBS'nin kavramsal yapısı	61
Şekil 3.2	Bilgi-tabanlı sistem bileşenlerinin fonksiyonları	61
Şekil 3.3	Akıllı bilgi-tabanlı sistem yapısı	62
Şekil 3.4	Mimari yaratıcılık tanımlamaları ve bilgisayar terimleriyle temsili	64
Şekil 3.5	Prototip temelli sistemin yapısı	74
Şekil 3.6	SEED'in şematik plan temsili	82
Şekil 3.7	SEED'deki Fonksiyonel Ünite sınıflandırması	84
Şekil 3.8	SPROUT Bileşeni	87
Şekil 3.9	"Tatmin edici" çözüm için arama süreci olarak tasarım	90
Şekil 3.10	Tasarım sürecindeki sınıflama ve özetleme	90
Şekil 3.11	KAAD 'ın sistem şeması	92
Şekil 3.12	KAAD Sisteminin yapısı	92
Şekil 3.13	Veritabanı şeması	93
Şekil 3.14	Bir konut tasarımı için hedef hiyerarşisi	95
Şekil 3.15	Tasarımın ikili yöntemi	97
Şekil 4.1	Basit bir crossover şeması	104
Şekil 4.2	'Crossover' ve mutasyon işlemleri bir araştırma uzamında	105
Şekil 4.3	GGE ile üretilen örnek model	106
Şekil 4.4	GENR8 ile Jordi Truco tarafından üretilen bir yüzey tasarımı	107
Şekil 4.5	GENR8 ile üretilen bir yüzey.	107
Şekil 4.6	Agency GP projesi ile üretilen modeller	107
Şekil 4.7	Agency GP projesi ile üretilen bir mekansal tasarım	108
Şekil 4.8	CermZ ile üretilen 3 farklı form	108
Şekil 4.9	Alias Wave front içinde MoSS yüzeyleri	108
Şekil 4.10	Celestino Soddu'nun sandalyeleri-1	109
Şekil 4.11	Celestino Soddu'nun sandalyeleri-2	109
Şekil 4.12	Celestino Soddu'nun Caravanserraglio Museum Tasarımı-1	110
Şekil 4.13	Celestino Soddu'nun Caravanserraglio Museum Tasarımı-1	110

Şekil 4.14	Celestino Soddu'nun Basilica Generative Software ile yapılan Fresno Müzesi	111
Şekil 4.15	Celestino Soddu'nun Virtual Office Argenia ile yapılan LA Identity Binası	112
Şekil 4.16	John Frazer'ın evrimsel modelleri	113
Şekil 4.17	Dijital bir "landscape" modeli-1	113
Şekil 4.18	Dijital bir "landscape" modeli-2	114
Şekil 4.19	Ortam, veriuşamı ve gelişim kübü	114
Şekil 4.20	Ayrık evrim	114
Şekil 4.21	Hücreysel gelişim	115
Şekil 4.22	Materyal evrimi	115
Şekil 4.23	Yüzey evrimi-1	115
Şekil 4.24	Yüzey evrimi-2	116
Şekil 4.25	Basit tasarım kuralları	123
Şekil 4.26	Bir genotip örneği ve onun fenotipi	124
Şekil 4.27	Pareto Optimal Değeri ile Ruletteki dilim açısı eşleşmesi	127
Şekil 4.28	EDGE Sisteminde faaliyetlerin (a) farklı katlar üstünde (b) bir kat içinde atanma yöntemi	128
Şekil 4.29	Ofis planı tasarım problemi için (a) verileri tanımlayan 'zone'lar ve (b) Liggett sistemiyle üretilen çözüm	129
Şekil 4.30	500 jenerasyondan sonra dönüştürülen nihai çözümler	131
Şekil 4.31	Meraklı bir tasarım ajanı ve interaktif bir evrimsel sanat sistemi	133
Şekil 4.32	İmajların kenar yapısını çıkarmak için genetik sanat eserine uygulanan imaj işleme yöntemi	134
Şekil 4.33	4B' de gösterilen F2 konumundaki girdiyi sınıflandıran organizasyon haritasınının 36 nöronu ile temsil edilen prototipler.	135
Şekil 4.34	İlgi çekiciliği ölçen hedonik fonksiyon	136
Şekil 4.35	Ajanların yaratıcı olma anlamında verdikleri ve aldıkları krediyi taşıyan toplam mesaj sayısını gösteren matris	140
Şekil 4.36	İki komite yaratan bir taklit çalışmanın ekran görüntüsü	141
Şekil 4.37	Yaratıcı tasarım topluluklarında yer alan farklı tipteki bireyler ve bunların sosyal rolleri	142
Şekil 4.38	Yaratıcılık piramidi	143
Şekil 4.39	Açıklık ya da çakışmaları minimize ederek odaların verilen boyut ve tercih edilen biçimde bir dış kontüre oturtulması	148
Şekil 4.40	Tercih edilen komşuluk ilişkilerine göre bir dış hatta oturtulmuş modüllerin yeniden düzenlenmesi	148
Şekil 4.41	Topolojiyi gösteren kullanıcı arayüzü; geometri ; topolojik matris	149
Şekil 4.42	Ekolojik barınakta bir tasarım stüdyosu	149
Şekil 4.43	Kentsel yerleşim projesi	150
Şekil 4.44	Tasarımın durum uzamını oluşturan üç alt uzam ve bunlar arasındaki transformasyon ilişkileri	152
Şekil 4.45	Yaratıcı bir tasarım modeli	153
Şekil 4.46	Eklemeli durum uzamı görüntüsü	154
Şekil 4.47	Yerine geçmeli durum uzamı görüntüsü	155
Şekil 4.48	Genişletilmiş yaratıcı tasarım modeli	155
Şekil 4.49	(a)Açık olarak temsil edilen üç eşkenar üçgen. (b) İkizkenar yamuk şeklinde 'ortaya çıkan' bir form	156
Şekil 4.50	Ortaya çıkma'ya konu olan ana yapı	156
Şekil 4.51	Ortaya çıkan fonksiyonlar	156

Şekil 4.52	Fonksiyon, davranış, davranış değişkenleri, yapı değişkenleri ve yapı arasındaki ilişkileri gösteren bir tasarım prototipindeki bağımlılık ağının bir kısmı	158
Şekil 4.53	Homojen değişkeninin eklenmesiyle değiştirilen bağımlılık ağının bir kısmı	158
Şekil 4.54	Heterojen değişkeninin eklenmesiyle değiştirilen bağımlılık ağının bir kısmı	158
Şekil 4.55	(a) Orijinal giriş kesiti, (b) Mutasyona uğramış giriş kesiti	161
Şekil 4.56	Mevcut şema ve değiştirilmiş şema	162
Şekil 4.57	Alternatif temsil kullanımına dayanan şema ‘emergence’ süreç modeli	163
Şekil 4.58	Genotip, süreçler, fenotip ve uygunluğun Model-1’deki semantiği	165
Şekil 4.59	Genotip, süreçler, fenotip ve uygunluğun Model-2’deki semantiği	165
Şekil 4.60	Model-3’teki genotip, süreçler, fenotip ve uygunluk semantikleri	167

BİLGİSAYAR DESTEKLİ MİMARİ TASARIM VE YARATICILIK

ÖZET

Bilgisayar destekli mimari tasarım henüz oldukça yeni bir araştırma alanı olup bu kapsamdaki araştırmaların ana hedefi bilgisayar teknolojisinin mimari tasarım sürecine aktif biçimde katılımını sağlayarak mimari tasarımı yaratıcı problem-çözme yaklaşımıyla geliştirmektir. Bu alanda gerçekleştirilecek herhangi bir araştırma disiplinlerarası bir gözden geçirme ve bütünsel bir yaklaşım gerektirmektedir. Bu çalışmanın ana hedefi de bilgisayar destekli mimari tasarım alanında sözkonusu anlamda günümüze değin geliştirilmiş olan birtakım tasarım yaklaşımlarını irdelerken bilgisayarların mimari tasarımı destekleyici potansiyelini ortaya çıkarmaktır.

Bilgisayar teknolojisini mimari tasarım sürecine entegre etme girişimi, pratikte mimarlar tarafından günümüzde aktif biçimde kullanılan CAD Sistemleri vasıtasıyla gerçekleştirilmiş gibi görünmektedir. Fakat bilgisayar destekli mimari tasarım çalışmalarının asıl amacı bilgisayarları, sahip oldukları temsil kapasiteleri ve bellek yapıları ile insan tasarımcının kimi zaman yetersiz kaldığı noktalarda onu destekleyerek, tasarım yapma sürecinin bir parçası haline getirmektir. Bu ana hedef kapsamında geliştirilen bilgi tabanlı tasarım sistemleri; tasarım bilgisinin temsili, olası tasarım çözümleri uzamını insanın pratikte çoğu zaman keşfedemediği kadar geniş ölçekte tarayabilme kapasitesine sahip olması gibi birtakım avantajları dolayısıyla bilgisayar destekli tasarım yaklaşımının gelişme sürecinde önemli bir yer edinmiştir. Fakat mimari tasarım, bilgi tabanlı sistemlerin erken dönemlerde ortaya koyduğu otomatik tasarım yaklaşımından çok daha fazlasıyla ilgilidir. Mimari tasarım sürecinin keşfedici ve yaratıcı özelliği bilgisayarların birtakım çıkarsama ve kontrol mekanizmalarıyla donatılmasını gerektirmektedir. Bu anlamda geliştirilen örnek-tabanlı çıkarsama ve nesne-yönelimli birtakım yaklaşımlar bilgisayar destekli tasarım ortamında yeni araştırmalara kaynak olmuştur. Bilgisayarın öğrenme ve karar olma gibi kapasitelerle desteklenebilme olasılığı bilgisayar ortamında yaratıcı mimari tasarıma ulaşma anlamında önemli ufuklar açmaktadır. Genetik evrimsel tasarım sistemleri bu kapsamda günümüzde en umut veren bilgisayar destekli tasarım yaklaşımları olarak görülmektedir. Bu sistemler, biyolojik evrim kurallarını, benzer temsil mekanizmaları kullanarak, bilgisayar ortamındaki tasarım sistemine adapte edip evrimleşen tasarımlar üzerinden sürpriz çözümlere ulaşmayı hedeflemektedir. Bu yeni yaklaşım bilgisayar destekli tasarım için oldukça değerli bir aşamadır.

Bilgisayar destekli tasarım anlamında oluşturulmuş örnek modeller, insan tasarım süreçlerinde ortaya çıkan yaratıcılıkla eşdeğer bir kriter kapsamında değerlendirilmemelidir. Zira insanın ortaya koyduğu yaratıcı ürünler de, yaratıcılığın genel olarak göreceli bir kavram olması dolayısıyla belli bir kriter baz alınarak

değerlendirilemez. Bilgisayar destekli tasarım alanında yaratıcılık kavramını, sürpriz ve yenilik üretmedeki başarı olarak değerlendirmek daha doğru bir yaklaşımdır.

COMPUTER AIDED ARCHITECTURAL DESIGN AND CREATIVITY

SUMMARY

Computer aided architectural design is just a young research area where the main goal is to intensify architectural design by using computer technology effectively in the design process and the general objective is to improve architectural design from the creative problem-solving viewpoint. Any research to this area needs quite an interdisciplinary review and a complementary approach. The objective of this study is also to search the potential capacity of computers to aid architectural design while analyzing the design approaches of some of the sample models in the computer aided architectural design area.

The attempt to integrate the computer technology into the architectural design process can be seen as realized nowadays by means of the CAD Systems which are being used effectively by the architects. But the main goal of the computer aided architectural design research is to make the computers be a part of the designing process in supporting the human about the deficient features of her by using the capacity of representation and memory. In the content of this main objective, knowledge based design systems have had an important role in the development process of the computer aided design systems because of the advantage of knowledge representation and the exploration capacity of possible design solutions space. But architectural design is more than automation of the design which is the result of the approaches of the early knowledge based design systems. The exploratory and creative nature of the architectural design needs to be supported by some reasoning and control mechanisms in the computerization process. Case-based reasoning and object-oriented approaches which are developed in this sense had been a resource for the study in the computer aided design area. The possibility of sustantion of computers with some learning and decision making capacities is important in order to achieve the creative computer aided design. In this sense the genetic evolutionary design systems are one of the most promising approach in the computer aided design view. This systems aim to achieve surprise design solutions through the evolving designs by adapting biological evolution rules with the similar representation techniques to the computerized design process. This new approach is rather a precious phase in the computer aided design research area.

The instances of computer aided design models are not to be evaluated by means of a creativity criteria equivalent to the creativity of human design process. For, the creative products of human can also not be evaluated by any criteria because of the notional nature of the creativity. The creativity notion of computer aided architectural design have to be appreciated by means of the success in producing surprises and innovation in the design process.

1. GİRİŞ

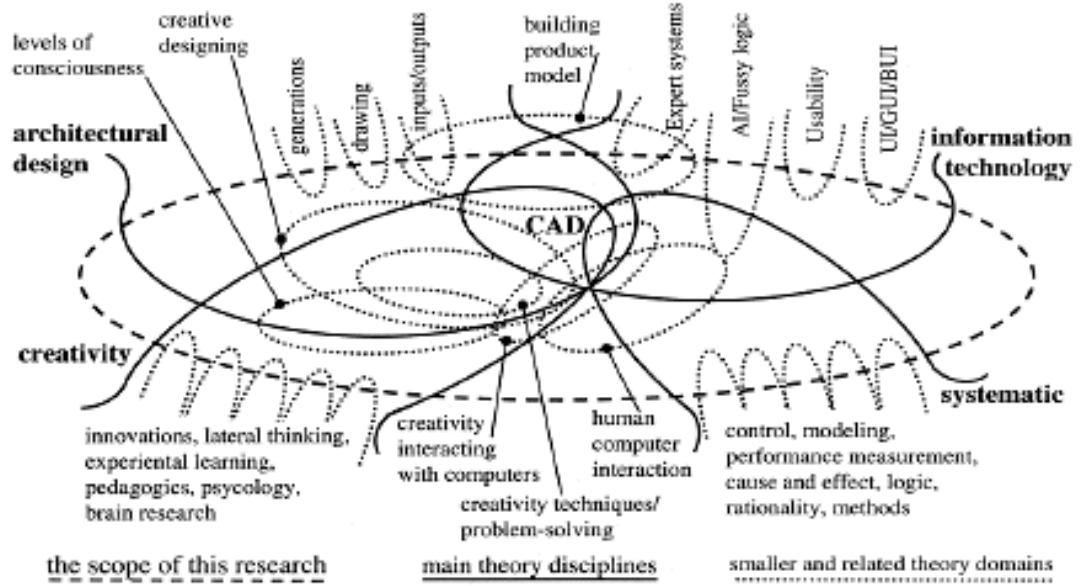
1.1. Problemin Tanımı: Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım

Bilgisayar teknolojisinin geçtiğimiz yüzyılın son çeyreğinden itibaren günlük yaşamımızın bir parçası olmayı başarabilecek kadar etkili ve hızlı bir gelişim potansiyeli göstermesi bu konu ile ilgili olarak bir çok araştırma alanının doğmasına sebep olmuştur. Bu alanlardan biri olan bilgisayar destekli mimari tasarım çalışmaları, mimari tasarımın bilgisayar ortamında ve desteği ile gerçekleştirilmesini amaçlarken mimari tasarım sürecini de tüm bileşen ve aşamalarıyla tanımlamak durumundadır.

Bilgisayar destekli mimari tasarım, bilimsel platformda henüz oldukça yeni bir disiplin olmasına karşın tasarım pratiğinin gelişiminde oldukça belirgin bir yere sahiptir. Bunun yanında bilgisayar destekli mimari tasarım, anahtar konularının dolaylı olarak ilişki içinde olduğu birçok disiplin dahilinde ele alınmaktadır. Bu alanlar, belirli ve evrensel olarak kabul görmüş bir tasarım kuramını içermeleri gerekmesine rağmen, geçmişte ve günümüzdeki kapsamı itibariyle hala bu kuramı tam anlamıyla oluşturabilmiş değildirler. Dolayısıyla öncelikle bilgisayar destekli mimari tasarıma yönlendirilmiş bu araştırma ve geliştirme konularını gözden geçirmek önemlidir. Pratikte bilgisayar destekli tasarım, imkansız gibi görünmektedir çünkü hemen hemen tüm ilişkili disiplinlerin, literatürleri dahilinde doğrudan ya da dolaylı olarak bu konuyu araştırmış olmalarına karşın günümüze değin konu ile ilgili olarak bütünsel bir anlayış ortaya çıkamamıştır. Fakat yine de bilgisayar destekli tasarım araştırmalarına bütünsel bir bakış açısı sağlayabilmek için konu ile doğrudan ilişkili çalışma alanlarına da dikkat çekmek gerekmektedir.

Kavramsal olarak “Bilgisayar destekli mimari tasarım” birçok farklı bakış açısıyla karşımıza çıkabilir. Bunlardan bir tanesi bilgisayar destekli tasarımı “*mimari tasarım süreci*”nin kuramsal yönü çerçevesinde değerlendirip bilgisayar ortamındaki tasarım

yaklaşımını bu doğrultuda yönlendirmek olabilir. Bir başka bilgisayar destekli tasarım yaklaşımında mimari tasarım süreci özellikle, içerisindeki “yaratıcılık” kavramına ulaşmayı ana hedef olarak belirleyebilir. Son olarak da bilgisayar destekli tasarım kapsamında tasarımın “sistem yapısı”nı ve mantığını inceleyen bir bakış açısı geliştirilebilir. Yaklaşımlardaki bu bölünmenin sınırları net bir çizgi şeklinde belirlenmemiştir ve birbirleriyle oldukça ilişkili olmaları itibariyle bu bakış açıları belli birtakım örtüşmeler içermektedir. Mevcut araştırmaların sağladığı yönlendirmelere rağmen bu üç bakış açısı henüz birleşik bir görünüm altında bütünleştirilememiştir. Buna ek olarak bu araştırma alanları, kendi disiplin sınırları dışındaki araştırma alanları tarafından fazla bilinmeyen birtakım bağımsız araştırma geleneklerine sahiptir.



Şekil 1.1 Bilgisayar destekli tasarım ve yaratıcılık araştırmasında ilgili disiplinler-arası etkileşim (Haapasalo, 2000).

1.2. Tezin amacı, kapsamı ve tezde izlenen yöntem

Tezin amacı, mimari tasarım sürecinin bilgisayar ortamında oluşturulan ve bilgisayarların tasarım sürecine aktif biçimde katılımını sağlayan kavramsal modellerinin, tasarımın yaratıcılık yönünü desteklemedeki rolünü irdelemektir. Bu düşüncüyü ortaya koyarken konu ile ilgili olarak henüz çoğunlukla kavramsal anlamda ortaya konmuş olan birtakım yaklaşımları araştırıp değerlendirmek gerekmektedir.

Bu yaklaşımlarda, bilgisayarların tasarım sürecini destekleyici potansiyelini ortaya koyarken, insan tasarım süreçlerinde ortaya çıkan ‘yaratıcılık’ la eşdeğer olması beklenmeyen ‘yaratıcı’ sonuçlara ulaşma kaygısı söz konusudur. Oysa ki insan tasarım süreçlerinde de, tasarımcı tarafından kullanılan kavramsal birtakım mekanizmalara rağmen, ‘tasarlama’ işinin karmaşıklığı ve zamansal sınırlamalar, çoğu zaman ‘yaratıcı’ çözümlerin keşfedilişini ve sentezini kısıtlamaktadır. İnsan tasarımcının çözüm üretme süreci kendi içsel kısıtlamaları dahilinde çok fazla anlaşılabilir değildir. Dahası tasarım ve yaratıcılık olguları kavram itibariyle, getirilecek farklı bakış açılarına bağlı olarak tanımlanması oldukça değişken olabilen araştırma konularıdır. Dolayısıyla bu çalışmanın amacı bilgisayar destekli tasarım yaklaşımlarını, kesin olarak tanımlanmış bir yaratıcılık kriteri anlamında değerlendirmekten ziyade, daha esnek bir bakış açısıyla gelecek için umut verici birer temel olarak ele almaktır.

Bu bağlamda tezin ilk bölümünde bilgisayar destekli tasarım araştırmasında oluşturulmaya çalışılan temel anlayış ve tezin amacı ortaya konulduktan sonra ikinci bölümde; mimari tasarım, kavram ve süreç olarak tanımlanmış ve konu ile ilgili olarak oluşturulmuş olan model ve yaklaşımlara yer verilmiştir. Burada özellikle bilgisayar destekli modellere temel oluşturan, mimari tasarımın bir problem çözme süreci olarak değerlendirilmesi söz konusudur. Bir sonraki aşamada, gelişen bilgisayar destekli tasarım yaklaşımları için en üst seviyedeki amaç olarak değerlendirilebilecek olan tasarımda yaratıcılık kavramı ele alınmıştır. Bu bölümde öncelikle yaratıcılık, tarihsel çerçevede farklı kuramsal yaklaşımlar doğrultusunda tanımlanmış ve bu yaklaşımların temelde iki ana bakış açısı etrafında gruplandırıldığı görülmüştür. Bunlar bireysel yaratıcılık anlayışı ve yaratıcılığın bir takım sosyo-kültürel etkiler sonucu ortaya çıktığını savunan görüşlerdir. Fakat pratikte her iki etkinin de tasarım sürecinde birlikte ortaya çıktığı görülmektedir. Dolayısıyla yaratıcılık başlığı altında öncelikle tasarımda yaratıcılığın bireysel ve sosyo-kültürel yanları incelenmiştir. İlerleyen bölümde ise bilgisayar destekli yaratıcı tasarımın gerektirdiği herhangi bir modeli oluşturabilmek için; yaratıcı ve sezgisel tasarım ile tasarım sürecinin mantıksal yapısı ile ilgilenen sistematik tasarım yaklaşımları incelenmiştir. Bu iki yaklaşımı bütünleştirebilmek bilgisayar destekli yaratıcı tasarımın ana ilgi alanıdır. Bilgisayar ortamında böyle bütünleşik bir tasarım modelini oluşturmak için, bilgisayar desteğiyle tanımlanan herhangi bir yaratıcı

sürecin tamamen yapay olacağı görüşüyle “*yapay yaratıcılık*” kavramı tanımlanmıştır. Daha önce de belirtildiği üzere bilgisayar destekli mimari tasarım modelleri oluşturulurken insan tasarımcının ortaya koyduğu yaratıcılık düzeyiyle eşdeğer bir yaklaşım içinde olma çabası söz konusu değildir. Bu bağlamda yapay yaratıcılığın ürün ya da süreç (veya her ikisi birlikte) olarak ortaya çıkabilmesi için insanın tasarım sürecinde gözlemlenen birtakım özelliklerin bilgisayar modelleriyle bütünleştirilmesinin gereği ortaya konmuştur. Bu bölümde ayrıca bilgisayar destekli mimari tasarım araştırmalarının başlangıcından günümüze kadar gelişen süreç kısaca açıklanmış ve bu süreçte ortaya konan farklı kavramsal yaklaşımlar incelenmiştir.

Tezin üçüncü bölümünde ise bilgisayar destekli mimari tasarıma temel oluşturması açısından bilgi-tabanlı mimari tasarım sistemleri incelenmiştir. Zira son on yıl içerisinde yapay zeka teknolojilerinin gelişimi dolayısıyla, bilgisayar destekli tasarım çalışmalarına yönelik olarak genel bir eğilim oluşmuştur. Bilgi-tabanlı tasarım sistemlerin başarılı olarak geliştirilmesinin bu süreçteki payı yadsınamaz. Bu bölümde mimari tasarımda bilgi-tabanlı tasarım sistemlerinin genel içeriği, yapısı ve süreç anlayışı açıklanmıştır. Tasarımda yaratıcılığa ulaşabilmek anlamında çeşitli bilgi-tabanlı tasarım modelleri incelenip değerlendirilmiştir.

Tezin dördüncü bölümünde henüz genellikle kavramsal temelleri oluşturulmaya çalışılmasına karşın bilgisayar destekli tasarımda en güncel ve umut verici çalışmalar olarak yapay zeka teknolojisini kullanan evrimsel tasarım yaklaşımları üzerinde durulmuştur. Yapay zeka çalışmaları özünde, kısa ve uzun süreli bellek ve problem çözme davranışının modellenmesini temel almaktadır. Bu doğrultuda ortaya konmuş birtakım modeller incelenmiş ve yaratıcı çözümlere ulaşabilme anlamında bu örnekler yorumlanmıştır.

Tezin son bölümünde bilgisayar destekli mimari tasarım yaklaşımlarının ve bu anlamda ortaya konmuş olan öneri modellerin genel bir değerlendirilmesi yapılmıştır. Bilgisayarın mimari tasarımda yaratıcı tasarıma yönelik olarak form arayışı yaklaşımıyla kullanımı da bilgisayar destekli tasarım çalışmaları kapsamında önemli bir araştırma alanıdır. Fakat bu yaklaşım, tezin kapsamı dışında bırakılmış, mimari tasarımı biçim ve fonksiyonun bütünlüğü olarak değerlendiren modeller incelenmiştir. Son olarak, yaratıcı mimari tasarıma ulaşma çabasında ilerleyen dönemlerdeki olası gündem açığa kavuşturulmuştur.

2. MİMARİ TASARIM VE YARATICILIK

2.1. Mimari Tasarım

Tasarım genellikle bir faaliyet için gerekli olan şemaların veya planların hazırlanması süreci olarak tanımlanırken, güzel sanatlar alanında yaratıcı sürecin kendisi olarak ifade edilmektedir. Mühendislikte tasarım için yeterli görülen ‘belirli kavramların ve tecrübelerin somutlaştırılması’ tanımı, mimari tasarım kavramına yeterli bir çerçeve oluşturamamaktadır.

Mimarlık pratiği bağlamında ise tasarım, çok karmaşık ve çok değişkenli bir bilgi üretme eylemidir. Bir tasarım problemi verildiğinde, öznel değer sistemlerinin varlığı ve deneyimler, her bir tasarımcının farklı çözümlere ulaşması sonucunu doğurur. Bu kadar karmaşık bir zihinsel aktivitenin somutlaştırılarak tanımlanması ise oldukça güç görünmektedir. Tasarımın ana teması ‘olmayan’la ilgili kavram oluşturma ve bu oluşumu olanaklı kılacak planlamayı kurgulamaktır.

Tasarım, tasarımcıların kafalarındaki düşünceler ve bu düşünceleri dışlaştırabilme yetenekleri ile biçimlenir. Bijl (1986) tasarımı aşağıdaki gibi sınıflandırmıştır:

- (a) Tasarım, nesnelere ifade etme çeşitliliğini içermektedir. Her nesnenin farklı şekillerde algılanması söz konusudur ve üzerinde karar kılınmış genel ya da özet tanımlamalar mevcut değildir.
- (b) Bazı yaklaşımlara göre tasarım, bir problem çözme süreci değildir. (Problem tanımlamalarından problem çözme yollarına ulaşmak). Problemin geçerli çözümleriyle aynı zamanda da çelişen bir çok tasarım kriteri ve herhangi bir tasarım probleminin birden çok çözümü söz konusu olabilir.

- (c) Tasarım bilgisini içeren; belirli ve çeşitli tasarım yaklaşımlarınca kabul edilmiş, paylaşılan bir bilgi tabanı yoktur. Tasarım bilgisi, açık olan ve sezgiyle öğrenilen bilginin iç içe geçmiş yapısının içinde saklıdır.

Tasarım en geniş anlamda, bizim geleceğe yön verme yeteneğimizi ve bunu uygun biçimde yapma sorumluluğumuzu gerektiren bir disiplindir. Bu yüzden, gelecekte söz konusu olacak bazı koşullara ulaşmak için şu anda yapılması gereken amaçlı ve bilinçli eylemler bütünüdür. Tasarım kelimesinin kendisi en az beş farklı anlamla kullanılmaktadır. İlk olarak, tasarım sık sık “insan eliyle yapılmış sanat eseri” kavramıyla eş anlamlı olarak kullanılmaktadır, bu da nesnenin kendisidir. Tasarım, tasarımcı tarafından hazırlanan ve nesneyi oluşturmaya yarayan tanım seti anlamına da gelebilir (örneğin çizimler, tanımlamalar, üretim kuralları ve benzeri gibi). Bazen tasarımdan bahsederken, bir eseri üretmek için tasarımcıların yaptığı aktiviteler kastedilir (Örneğin; müşteriyle fikir alışverişi, eskiz ve bitmiş çizimler hazırlama, planlama ve benzeri gibi). Yine tasarım bazen, tasarımcının konsepti oluşturabilmek için kullandığı içsel-akli bir süreç olarak tanımlanabilir.

Son olarak tasarım, birbirinden farklı bütün bu anlamlara birden gelebilir. Bu da şaşırtıcı değildir çünkü tasarım, problem tanımı, alternatif eylem yollarını araştırma, tahmin etme ve karar alma gibi çok çeşitli birtakım süreçlerden oluşur. Dikkate alınması gereken yanları, bu süreçlerin çok çeşitli olmalarının yanı sıra birbirleriyle bağlantılar içermeleridir. Özel bir tasarım bileşeniyle ilgili bir karar genellikle birçok diğer bileşen için de geçerli olmaktadır.

Yukarıda belirtilen tüm bu düşünceler dolayısıyla bilimsel anlamda tasarıma ilişkin araştırma yapılamayacağını savunan bazı görüşler; tasarım probleminin tek ve özgün olduğu, bu sürecin anlaşılabilir olduğu, tasarım ve tasarımcıya ilişkin nesnel bir bilginin olamayacağını ileri sürmektedirler. Fakat son yıllarda özellikle de mantık, dilbilim, biliş bilimi, bilgisayar ve yapay zeka alanlarında gerçekleştirilen gelişmeler, tasarım alanındaki bilimsel çalışmalara da ışık tutmaktadır.

Çeşitli araştırmacılar ve yazarlar tasarım konusunda farklı tanımlar yapmışlardır. Tasarım olgusuna getirilen bu farklı tanımlar, tanımlayanların farklı bakış açılarından kaynaklanmaktadır.

Tasarım Coyne'a göre (1985), bir çözüm uzamında dönüştürme kurallarıyla yönlendirilen bir arayış sürecidir (Coyne ve Subrahmanian, 1993). Bir problem çözme eylemi olarak ele alındığında tasarım, her durumun bir olası çözüme karşılık geldiği bir durum uzamıyla ifade edilebilir. Her olası tasarım, çözüm olma potansiyeline sahiptir. Bu bakış açısıyla tasarım, problemin belirlendiği ilk durumla başlayıp, çözüme ulaşılan son durumla nihayetlenir. Newell ve Simon ise, tasarımı bir dizi işlemciyi içeren bir bilgi üretim sistemi olarak tanımlamaktadır (Coyne ve Subrahmanian, 1993). Burada, işlemcilerin kalıpları dönüştürerek çözüm ürettikleri belirtilmektedir. Lawson, çözümün tasarım süreci öncesinde var olmadığını ve ancak tasarım süreci sonunda elde edildiğini savunarak, tasarımı daha çok bir çözüm üretme süreci olarak tanımlamaktadır (Coyne ve Subrahmanian, 1993). Bütün bu farklı tanımların birleştiği ortak nokta, tasarımın bilgi açısından yoğun bir düşünsel aktivite olduğu ve problemin tanımıyla başlayıp çözüm elde edilene kadar devam ettiği görüşü olmaktadır.

Bu görüşlerle paralel biçimde, problem çözme süreci olarak tanımlanabilecek mimari tasarım süreçleri için, problemin temsiline olanak sağlayacak temsil sistemlerinin, süreç boyunca ulaşılan durumların amaç durumlara dönüştürülebilmesini olanaklı kılacak bilginin ve süreç boyunca stratejik arama kararlarını yönlendirecek yöntemlerin tanımlanmış olması gerekmektedir.

2.1.1. Mimari Tasarım Sürecinin Tanımı ve Özellikleri

Tasarım, problemin tanımlanmasıyla başlayıp uygun çözüme ulaşılan dek belli bir zaman-mekan ilişkisinde devam eden bir süreç olarak tanımlanabilir.

Tasarımcının tasarım sürecini yapılandırması, problemin formüle edilmesiyle başlamaktadır. Geniş bir bakış açısıyla, tasarım probleminin kesin bir yapısı yoktur; genelde problemler alt problemlere bölünüp, bunlara birtakım çözümler getirilmedikçe bu yapı ortaya çıkamamaktadır.

Örnek olarak konut tasarımı ele alınırsa: Bir konut tasarımında, oturma odasında manzara isteği daha önceden belirlenmiş bir kullanıcı gereksinimi olsun. Bir mimar sorunu, oturma odasının yerleşimi ve oda içinde manzaraya doğru açılacak pencerenin yeri olarak formüle etmeyi seçebilir. Böyle bir formülde, tasarımcı

çözümün genel yapısını da formüle etmiş olur; çözüm odanın ve pencerenin belli bir yerleşimde olmasıdır. Tasarımcı daha sonra bu kesin tasarım kararının süreç ve etkilerini keşfetmeye başlar. Bu keşfetme süreci, istenilen manzarayı elde ederken sözgelimi yaşama alanı ile bina girişi arasındaki ilişkinin sağlanmasını imkansız hale getirebilir, ya da konutun ana taşıyıcı sistemi pencere açmak için seçilmiş duvarda gerekli ölçüde açıklık yaratmaya olanak vermeyebilir. Sonuç olarak tasarımcı, oturma odasındaki manzara isteğinin başka sorunlara yol açtığını farkeder ve belki de mekan düzeninin ya da taşıyıcı sistemin bu doğrultuda yeniden tasarlanması gerektiğini anlar. Bu nedenle belli bir problemi çözme denemesi; hem problem hem de çözümün formülünün değişmesine yol açabilir.

Sonraki aşamada ise belli alt problemlere getirilecek çözümler gerçekleştirilemez hale gelebilmekte ve bunları çözmedeki yeni arayışlar asıl çözümün unutulmasına dahi yol açabilmektedir.

Böyle yan etkiler her kompleks tasarım sürecinde ortaya çıkabilmektedir. Sonuç olarak, oluşturulan çözüm tüm gereksinimlere cevap verse de, önceki aşamalarda belirlenen bazı istekleri karşılayamayabilmektedir. Tasarımcı bu durumun bilincinde de olabilir ya da tamamen unutulabilir. Bu nedenle tasarımın gelişimi, o anda tasarımcının hangi bilgisinin duruma daha uygun olduğuna göre şekillenmektedir.

Tipik bir mimari tasarım probleminde, tasarım sürecinin başlarında; yapının fonksiyonları belirlidir ve mimar maliyet, süre ve ortamdan etkilenen bir konsept dahilinde fonksiyonel gereksinimleri yerine getirmek amacıyla bir yapı tasarlama girişiminde bulunur. Tasarım süreci mimarın birincil tasarım problemlerini çözmeye çalışması anlamında bir eskiz seti oluşturmasıyla başlar ve mimar, çizimler ve üç boyutlu modeller geliştirir. Tasarım sürecinin gelişme safhaları esnasında, ilk aşamalarda oluşturulan yapısal konseptler, süreç içinde rafine edilerek geliştirilir, bunların değiştirildiği ise nadiren gözlenmiştir (Coyne ve Subrahmanian, 1993).

Problemin formülü hangi aşamada olursa olsun kesin son değildir; daha çok tasarımcının o andaki problemi algılayışının yansımasıdır. Sonuç olarak, tasarım ilerledikçe tasarımcı probleme ve çözüme yeni çözüm önerileri getirebilir ki bunlar da yeni bakışın formüle edilmesiyle sonuçlanır, yani problem ve çözüm yeniden

tanımlanır. Bu keşfetme ve yeniden tanımlama süreci aşağıdaki durumlar oluşana kadar devam eder:

1. Problemin algılanışı yeni tanımlamalara yol açacak kadar değişmez duruma gelir (Tasarımcı, algısının limitlerine ulaşır).
2. Bilginin azar azar artmasıyla elde edilen kazanç çok pahalıya mal olmaya başlar.
3. Kaynaklar (zaman vb.) tükenir.

Tasarım sürecinde, analiz ve sentez arasında anlamlı bir ayırım yoktur. Problem ve çözümler birbirini izlemekten çok beraber ortaya çıkmaktadır. Aşama aşama ortaya çıkan çözümler arasındaki planlama, en iyi çözümü aramadan çok yeni çözümlerin keşfedilmesidir.

Daha çok keşfetme bu sürecin en önemli parçasıdır. Yani tasarım genel olarak, muhtemel çözümlerin keşfinde kullanılacak olan, problemin yapısı hakkındaki bilgiyi keşfetme süreci olarak görülebilir.

2.1.2. Problem Çözme Süreci Olarak Mimari Tasarım

Mimari tasarımı bir problem çözme süreci olarak incelemeye önce ‘problem’in tanımını yapmak gerekmektedir. Problemler amaçların varolması ile başlar ve genel olarak problem çözme, amaca yönelik bilinçli bir davranış halinde gelişir. Fakat bütün amaca yönelik davranışlar problem çözme olarak adlandırılmaz. Eğer amacı elde etmek için gerekli eylemler açıkça belli ise o zaman o noktada problem yok demektir. Diğer bir deyişle eğer amaca ulaşmak için gerekli eylemler açık olarak belirlenmemişse o zaman ortada bir problem var demektir.

Problem çözücü tarafından araştırılan amaç bazen somut, bazen de soyut bir nesne olabilir. Bazı durumlarda ise bir nesne ya da durumun aranması yerine problem çözücüyü belirli bir noktaya götürecek “bir yol” ya da “eylemler dizisi” aranabilir (Coyne ve Subrahmanian, 1993). Problemi belirlemek için aranan nesne, durum, yol veya eylemler dizisinin bir çeşit tanımını elde etmemiz gerekir. amaç tanımına ek olarak problemin belirlenmesi, çözümü bulmada kullanılacak donanım, eylem ve kaynaklara ilişkin sınırlamalar gibi bilgileri de içerir.

Problem çözücünün amacı örneğin “kalem” gibi bazı bilinen nesnelere elde etmekse o zaman problem çözme öncelikle uygun “aday nesne”yi elde etme ve sonra bunun verilen amaç tanımıyla uyduğuna kanıtlanma işlemlerini gerektirir. Eğer amaç henüz varolmayan bir şeyi elde etmek ise o zaman ele alınacak “olası çözümler”in nasıl elde edileceği sorusu ortaya çıkar. Tasarım problemlerinde diğer birçok entelektüel problemde karşılaşıldığı gibi amaç, gerçek dünyada varolmayan bir nesneyi elde etmektir. Henüz varolmayan bir şey nasıl elde edilir? Tasarımcı hangi uzam içinde araştırma yapacaktır? Ve çözüm nasıl belirlenecektir? Eflatun’un “Meno” adlı eserinde Sokrat’a yöneltilen bir soru ile bu durum oldukça ilginç bir biçimde ifade edilmiştir: (Mitchell, 1987)

“Bilmediğin bir şeyi nasıl ararsın Sokrat? Arayacağın şeyi nasıl belirleyeceksin? Ve eğer istediğini bulursan bunun o bilmediğin şey olduğunu nereden bileceksin?”

Bu sorular mimari tasarımda iki önemli sorunu ortaya koyar;

- Problem için olası çözümler nasıl elde edilecektir?
- Bu çözümler arasından “amaç çözüm” nasıl ayırt edilecektir?

Mimari tasarımdaki karar verme hiyerarşisinin adımları azalan zorluk sırasına göre aşağıdaki gibidir:

1. problemin tanınması
2. problemin belirlenmesi
3. belirlenen problemin çözümü
4. çözümün uygulanması

2.1.2.1. Mimari Tasarım Problemleri

Tasarım, tasarım probleminin ortaya konması anlamında bir “başlangıç durumu” içerir ve süreç ilerledikçe farklı aşamalarda farklı ileri “durum”lara ulaşılır. Tasarımcı, tasarım süreci zarfında çözüme ulaşmak amacıyla çeşitli arama yöntemleri kullanır, nihai amacı ise problemin kapsadığı gereksinimlere karşılık gelebilecek bir “çözüm”e ulaşmaktır. Dolayısıyla mimari tasarım süreci bir problem çözme süreci

olarak tanımlanabilir. Böyle bir tanım doğrultusunda, mimari tasarım problemlerine, amaca göre farklı tanımlar getirilebilir. Mimari tasarım problemleri içerdikleri bilgi seviyesi anlamında “iyi tanımlanmış”(well-defined), “iyi tanımlanmamış” (ill-defined) ve “lanetli problemler”(wicked problems) olarak aşağıdaki gibi sınıflandırılabilirler. (Coyne ve Subrahmanian, 1993).

- *İyi tanımlanmış problemler*

İçerdikleri bilgi düzeyleri açısından iyi tanımlanmış tasarım problemleri, yalın ve kolayca somutlaştırılabilir olma özellikleriyle tanımlanabilir. Tasarımcı, çözüme ulaşmak için, uygun araç ve yöntemleri ortaya koymakta zorlanmaz. Bu tip problemler Rittel tarafından, “iyi huylu” olarak tanımlanmış ve üst seviyede formüle edilmiş olduklarından dolayı, deneyimli bir tasarımcı tarafından daha fazla bir bilgiye ihtiyaç duyulmadan çözülebilecekleri düşünülmüştür. Böyle bir probleme mimari tasarım anlamında örnek verilecek olursa; gereksinim duyulan bir takım fiziksel çevre koşuluna karşılık gelebilecek yön, biçim ya da büyüklükteki açıklıkların kurgulanması; ya da tanımlanan bir takım komşulukları sağlayabilecek bir mekan organizasyonu anlamındaki bir tasarım işi gösterilebilir.

- *İyi tanımlanmamış problemler*

İyi tanımlanmamış problemler, tanımları itibariyle, tasarım süreci sonunda ulaşılabilecek çözüme dair bir bilgi ihtiva etmemektedir. Problem çözme süreci, başlangıç evrelerinde yoğunlaşan ve çoğunlukla tasarım probleminin içeriğine yönelik olarak ortaya konan, bir takım yeniden tanımlama süreçlerinden oluşmaktadır. Simon’a göre mimari tasarım problemleri hem objektifleri hem de onlarla ilişkili olan öncelikleri açısından kararsızlıklar ve şüphelerle dolu bir yapıdadır, dolayısıyla da bu problemler iyi tanımlanmamış ya da “hasta-tanımlı” (ill-defined) olarak nitelendirilebilir. Tasarım problemleri, onun tanımlaması çerçevesinde bilgi içerikleri anlamında iyi tanımlanmamış olmakla birlikte, potansiyel olarak bir dizi iyi tanımlanmış alt probleme bölünebilme niteliğindedir.

- *Kötü tanımlı problemler*

Kötü tanımlı problemler, mimari tasarım süreci çerçevesinde, içerdikleri bilginin karmaşıklığı ve bunların yoğun olarak öznel bilgi olması dolayısıyla çoğu zaman

tanımlarının yapılmasının dahi mümkün olmadığı iyi tanımlanmamış tasarım problemleridir. Tasarım süreci zarfında çeşitli aşamalarda sorulan farklı sorular doğrultusunda sürekli olarak yeniden tanımlanmaları gerekmektedir. Problem yapısının karmaşıklığı, ulaşılabilecek tasarım çözümünün tanımını güçleştirmekte; problemin çözüme dair en ufak bir ipucu dahi içermemesi, tasarım sürecini sonlandıracak bir bitirme kuralının tanımlanmasını da imkansızlaştırmaktadır. Dolayısıyla süreç sonunda ulaşılan çözüm, en doğru çözüm olmaktan öte en tatminkar çözüm olarak tanımlanabilir. Mimari tasarım problemleri genellikle böyle bir tanıma uyarlar.

2.1.2.2. Mimari Tasarım Problemlerinin Doğası

Tasarım problemi; en genel seviyede, varolan bir durumdan, amaçlanan duruma geçiş nasıl sağlanır sorusuyla ilgilidir. Amaçlanan durum derken, tasarlanan ürünün ya da sürecin sahip olması gereken objektifler ya da beklentiler kastedilmektedir. Bu beklentiler genellikle iyi tanımlanmamıştır ya da çelişkiler içermektedir. Ve çoğu zaman hepsi aynı derecede önemli olmamaktadır; örneğin, kullanıcı istekleri tasarım süreci içinde işverenle konuşurken vb. durumlarda değişebilmektedir. Burada asıl sorun, bu objektiflerin birbirleriyle kolayca ilişkilendirilemiyor olmalarıdır. Lawson 'çeşitli gereksinmelerin birbirleriyle ilişkili önemleri, tasarımcının tasarım süreci içerisinde farklı objektifleri keşfetmesiyle tamamen değişebiliyor' şeklinde bir düşünce ifade etmiştir (Coyne ve Subrahmanian, 1993). Bu nedenle kriterleri arasında değiş-tokuşlar içeren gereksinmeler içeriksel olarak bağımsızdır ve bu gereksinmelerin tatmin ediciliklerindeki denge, tasarımcı uygun detaylardaki farklı olasılıkları keşfedinceye kadar netleşmemektedir. Hangi sorunun daha önemli olduğu ve hangi çözümün bu sorun için en başarılı olabileceği soruları oldukça önemlidir ve bu sorulara tasarımcı tarafından verilecek yanıtlar da bu yüzden subjektif ve içeriğe bağlı olarak değişebilen bir niteliktedir.

Bu nedenle 'gerçek problem'in karakteri genelde saklıdır, görünmez ve süreç boyunca keşfedilmesi gerekir. Problemler kesin birtakım çözümlere işaret edebilir fakat bu çözümler de yeni ve farklı alt problemlere yol açabilmektedir. Yani problemin kesin bir şekilde tanımlanması oldukça güçtür ve tasarımcı asıl problemi ortaya çıkarmak için önemli bir efor sarf etmek zorundadır. Tasarım problemlerinin kesin bir sınırı da yoktur, ve fakat hiyerarşik bir biçimde katmanlaşması

sözkonusudur. Tasarım problemlerinin bazı bileşenleri farklı çözümler üretmeden görünür hale gelememektedir. Doğasından gelen subjektiflik özelliği dolayısıyla da, tasarım süreci içerisinde bazı problemler farkedilmemiş ve geliştirilememiş olarak kalabilmektedirler. Sonuç olarak, tasarım problemleri hem objektifleri hem de onlarla ilişkili olan öncelikleri açısından kararsızlıklar ve şüphelerle dolu bir yapıdadır. Tasarım süreci de birçok bakış açısı dahilinde yapılandırılmamış bir nitelik taşımaktadır. Sonuç olarak, tasarım problemlerine cevap verebilecek kesin çözümlerin bir listesi de yapılamamaktadır.

Tasarım problemleri bu nedenle çok boyutlu ve yoğunlukla kendi içinde bağımsızdır. Çoğu zaman oluşturulan objektifler kendi aralarında çelişkiler içerir ve tasarımcı diğer birtakım problemlere cevap vermeden bir gerekliliğe ait çözümü optimize edememektedir.

2.2. Mimari Tasarımda Yaratıcılık

Yaratıcılığın özünü tanımlama gereksinimi yaratıcı düşüncenin içinde bulunduğu teorilerin geliştirilmesi anlamında birçok girişim gerektirmektedir. Bu konunun zorluğu, edebiyatta da rastlanan farklı bakış açılarından kaynaklanan birçok tanım dikkate alındığında açıkça görülebilmektedir. Örneğin Taylor yaratıcılığa dair 50'ye yakın tanımlama ortaya koymaktadır (Haapasalo, 2000). Genel olarak, yaratıcılıkla ilintili olan araştırma alanlarında yaratıcılık konusunun detayları üzerinde hiçbir fikir birliğine varılamamıştır ama tanımlamalar genellikle iki ana kategoriye ayrılmaktadır.

İlk olarak literatürde; yaratıcı düşüncüyü vurgulayan ve yaratıcılığın yalnızca zihinsel bir mucize olarak görülmesini sağlayan birçok tanım sözkonusudur. Bu tanımlar, bireyle ilgili yaratıcılık çalışmalarının ortaya koyduğu yaklaşımlar konusunda geçmişte oldukça genel kabul görmüş yaklaşımlardır; örneğin psikoloji, biliş bilimi ve yapay zeka alanlarında. Çeşitli araştırmacılar tarafından ortaya konan yaratıcılık modelleri, yaratıcı düşüncüyü oluşturan bireyin kullandığı kavramsal yöntemlerin detaylı olarak araştırılmasını içermektedir (Haapasalo, 2000). Tasarlanmış birçok yaratıcılık modeli, ya doğrudan bu modeller üzerine, ya da psikolojideki yaratıcı düşünceyle benzerlik gösteren birtakım modeller üzerine kurulmuştur.

Yaratıcı bireylerden oluşan topluluğun, yaratıcı kelimesinin tanımlanmasında oynadığı önemli rol itibarıyla ikinci kategorideki yaratıcılık tanımı ise; yaratıcılığın, yaratıcısının ürünü olduğu kadar içinde bulunduğu topluluğun da beğenisi sonucu ortaya çıkan güçlü bir seçme duygusuyla tanımlandığını savunmaktadır. Bu tanımları ortaya koyan araştırmacılar, yaratıcılığın boşlukta meydana gelmeyeceğine ve mutlaka yaratıcının içinde bulunduğu sosyokültürel çevrede şekillenmesi gerektiğine değinmektedirler. Birçok bireyin gelişen ve değişen zaman içinde farklı alanlardaki yaratıcılıklarını kapsayan bu tanım da bazı araştırma alanlarında oldukça yaygın bir yaklaşımdır, örneğin; tarih, sosyomantik vb. alanlarda.

Bazı araştırmacılar bu iki farklı yaratıcılık bakışını teorik bir temel yaklaşım kapsamında birleştirmeye çalışmışlardır. Ama bununla beraber, sonuçta ortaya çıkan yapı genel olarak, kişisel yaratıcılık ile sosyokültürel toplumlardaki yaratıcılığı birbirinden ayırmayı amaçlamıştır.

2.2.1. Tasarımda Yaratıcılık Kavramının Kuramsal Altyapısı

Tasarlanmış bir yapı ya da tasarım süreci; kullanıcı nazarında, içinde yer aldığı uzmanlık alanında veya tarihsel period içinde, farklı ve yenilikçi olabildiği sürece yaratıcı olarak nitelendirilebilir. Yaratıcılık, yalnızca sözkonusu ortam içinde görünür ya da fark edilebilir olduğundan, spesifik bir tanımını yapmak zordur. Yaratıcı olarak nitelendirilen her nesne ya da sürecin ait olduğu ortamın kendine özgü bir yapısı olduğundan, bu gerçek ihmal edilerek ortaya konulan tasarımlar, kaçınılmaz olarak ‘tekerleğin yeniden icadı’ gibi bir sonuç doğurabilir. Tasarımda; yaratıcılık, ürünün ya da sürecin, veya her ikisinin de karakteristiğine bağlı olabilir. Yaratıcılığın tanımını en iyi biçimde anlayabilmek için yaratıcı eyleme izin verecek koşulların üzerine odaklanılması gerekmektedir.

Tasarımda yaratıcı problem çözme yaklaşımının gelişimi, uygulamaları ve yenilikler üretmedeki başarısı geçmiş yıllardan günümüze değin gitgide artan bir ilgi alanı olmuştur. Bilimde, sanatta ve eğitimde, kısmen de ticaret ve endüstri sektöründe gizli kalmış kaynakları kullanma arzusu bu ilginin kaynağı olarak gösterilebilir.

Yaratıcı sürecin tanımı oldukça zordur çünkü yaratıcılıkla ilişki içinde olan tüm konular bilinç dışı bir biçimde gelişmektedir. Yaratıcılık her yerdedir, tüm çevrede

fakat genellikle değişik karakterlere sahip olmaktadır. Dolayısıyla bu konuda yapılan birçok araştırmaya rağmen, yaratıcılık sürecinin yaklaşık bir tanımı ortaya konamamıştır.

2.2.1.1. Bireysel Yaratıcılık Yaklaşımları

20. yüzyılın ilk yarısında, kişiliğin doğasının araştırılması çalışmalarıyla birlikte yaratıcılık kişisel yeteneklerin karmaşık bir bütünü olarak ele alınmıştır. Bu konudaki en önemli çalışmalar, Sigmund Freud, Ernst Kris, Carl Jung, Abraham Maslow, Carl Rogers, Erich Fromm, Herbert Lehman ve Wayne Dennis tarafından yapılmıştır.

‘Yaratıcı kişilik merkezli savunma mekanizmaları’ üzerine kurgulanan yaklaşımların temelinde yaratıcılık, bilinç ve bilinçaltı arasında kurulan denge ile ilişkilendirilerek ele alınmaktadır. Çıkış noktaları ise, Freud’un zihinsel süreçleri; bilinçaltı, ego ve süper ego ilişkileri içinde tanımlanmasına dayanmaktadır.

Yaratıcı kişilik görüşüne dayanan yaklaşımlardan ilkinde göre yaratıcılık, bir konuya olan motivasyon gücü, insanın eksiklik duyduğu duygularını denkleştirme ihtiyacı olarak görülmüştür. Kişi eksikliğini duyduğu şeyleri, bir dönüşüm içinde elde etmeye çalışır. Yaratıcılık, çocukluktan başlayarak gelişen travmatik bir deneyim, umulmadık bir anda ortaya çıkan durumlar olarak ele alınmaktadır.

Sonraları geliştirilen bir başka yaklaşımla birlikte, yaratıcı düşüncenin oluşumu “zihinde bilinçsiz zıtlıkların ve primitif itici güçlerin aniden ortaya çıkışı sonrasında amaca yönelik rasyonel muhakemenin oluşması, bilinçsiz olarak oluşan içeriğin analizinin yapılması” şeklinde tanımlanmıştır. Freud’un teorisini birçok açıdan eleştirmekle birlikte, bu yaklaşım birçok görüşe de temel oluşturmuştur. Özetle bu görüşle birlikte, yaratıcılık kavramı; genelde, bilinç, bilinçaltı ve aniden ortaya çıkan bilinçsiz tavırlar ile ilişkilendirilmiştir.

Daha sonraları hümanistik tavırlar olarak bilinen, yaratıcı kişiliğin incelenmesine yönelik diğer çalışmalar; daha önceki yaklaşımların tersine, yaratıcılığın insanın ego kontrolü dışında ve bilinçsiz tavırları ile oluştuğu kabulünü reddetmişlerdir. Yaratıcı süreci, düşünce eylemi boyunca, beyinde kendi kendine hareket halinde olan döngüleri, -ele alınan konunun kendisinden, kişinin bireysel yapısından kaynaklanan veya dış etkenler sonucunda oluşan motivasyona da bağlı olarak- bilinçli bir şekilde

bir araya getirme işleviyle harekete geçen, yeni örüntülerin oluşumu olarak tanımlamışlardır (Kahvecioğlu, 2001).

Fromm, yaratıcı kişiliği; “bulmaca çözme ve sürprizlere açık düşünme kapasitesi, konsantrasyon yeteneği, objektif bilgi kazanımı, farklı kutuplardan geçerlilikler elde edebilme yeteneği” gibi özelliklere sahip kişi olarak tanımlamıştır. Maslow ise, insanın temel ihtiyaçlarını gerçekleştirmesi için oluşturduğu ‘eylemsel dizilim ve ihtiyaçların hiyerarşisi’ olarak ele almıştır. Bunu kendini-gerçekleştirme (self-actualization) olarak adlandırarak, özel yetenek gerektiren yaratıcılıktan ayırmıştır. Picasso, Darwin, Edison, Mozart gibi sanat ve bilim alanındaki dahilerin yaratıcı kişilik yapıları ile ilgili olarak yapılan araştırmalarda, yaratıcılığa ait en önemli kişisel karakteristik olarak, ‘olağanüstü duyarlılık’ ve ‘esnek düşünce yapısı’ ortak bir özellik olarak belirtilmiştir (Kahvecioğlu, 2001).

Sonuç olarak, tüm bu yaklaşımlarla birlikte, motivasyon ve yaratıcılık kavramları konusundaki görüşler, bilişim sürecini inceleyen daha sonraki teorik, deneysel ve uygulamalı çalışmalar için itici bir ivme oluşturmuştur. Bu noktada kişilik yapısı, yetenek, kültür, bilişim ve yaratıcı süreci etkileyen diğer faktörlerin etkisini ortaya çıkarma amacıyla yapılan son çalışmalara örnek olarak; yüksek-sesle düşünme protokolleri (think-aloud protocols) ve bunun sonucunda açığa çıkan eylemlerin adım adım kodlandığı mikrokodlama (microcoding) teknikleri verilmektedir.

2.2.1.2. Sosyo-Kültürel Yaratıcılık Yaklaşımları

Sosyo-kültürel yaratıcılık yaklaşımları temelde, sosyal, kültürel ve çevresel faktörlerin yaratıcılığa etkileriyle ilgilenmişlerdir. Bu konuda, Amabile, yaratıcılığın bir ‘background’ bilgisi, bireysel yaratıcılık, sosyal ve çevresel etkilerin bütünü olduğunu belirtir (Kahvecioğlu, 2001). Finke ise, sosyal, kültürel ve çevresel faktörlerin oluşturduğu bağlam içinde, farklı bilişsel süreçlerin biraradalığının yaratıcı düşünce ortaya koymada etkili olduğunu ifade etmektedir. Örnek olarak da, eldeki probleme ait geçmişte alınmış bir başarının gelecekteki benzerlerine uyarlanmasının olası bir başarıyı getireceğini belirtmektedir. Bunu destekleyen bir diğer bakış açısına göre, hem sanat hem de bilimsel alanda yaratıcı bir ürün ortaya koymadan önce, bu alanlarda yapılmış önceki çalışmalardan elde edilecek çıkarımlar ve üzerlerinde yapılacak olumlu veya olumsuz yargılar olmaksızın, yeni bir ürünün

ortaya konmadığı ve bunun da yaratıcılıkla ilgili sosyal faktörleri ortaya çıkardığı görüşüdür.

Sosyo-kültürel yaratıcılık yaklaşımlarına göre “yaratıcılık” olarak ayırt edilebilecek zihinsel bir fonksiyon yoktur. Bu demek değildir ki “yaratıcı” kişiyi belirleyen ve ayırt eden hiçbir karakteristik olamaz. Yaratıcı kişiler çoğu zaman güçlü bir biçimde “içten-yönelimli”(inner-directed), belirsizlik ve kararsızlığa karşı toleranslı, geniş bir bilgi ve deneyim tarafından yönlendirilen kişilerdir. Fakat bu tip özelliklere sahip olduğu halde hiçbir zaman “yaratıcı” olarak nitelenmemiş kişiler vardır. Yaratıcılık, bir yenilikle fark edilebilir hale gelir. Yenilik; kabiliyet, bilgi ve kişisel karakteristiklere sahip bireyler; az ya da çok anormal koşullarla karşı karşıya geldikleri zaman ortaya çıkar. Koşulların anormalliği ise, kültürü oluşturan ve onun sürmesini sağlayan, sosyal ağın kısıtlamalarının zayıflaması ile oluşur. Böyle bir yaklaşım; yaratıcılığın bir şekilde sosyal güçler tarafından kontrol edildiği gibi yaygın bir görüşle tutarlılık göstermektedir.

Kültür, tanımı itibariyle öğrenilebilen bir sistemdir. Dolayısıyla, değişime karşı direnç göstermekte ve kendini tekrarlama eğilimi içindedir. Bu kültür bileşenlerinin hangi yolu takip ettiği, çoğunlukla bağımlılıkların ağı tarafından belirlenir. Bu ağ; birey ya da grupların kasti bir takım müdahaleleriyle değiştirilemeyecek kadar güçlüdür. Değiştirme girişimleri bu güç oranında bir karşı direnç oluşturur. Bu anlamda kültür ya da toplum; bir takım ilişkiler ağı ya da kısıtlamalar sistemi olarak görülebilir. Bu ağ; bilgi ve inanç sistemleri, teknoloji ve kaynaklar ve bütün bunların üstünde, filozofik bir bakışla, insanı içerir. Bu ana sistemlerin hiçbiri “birincil” sistem değildir. Örneğin, ekonomik kısıtlamalar, hiçbir biçimde imtiyazlı bir öneme sahip değildirler.

Bununla beraber, kültür kapalı bir sistem de değildir. Değişimler meydana gelir, fakat bunlar çoğunlukla bir seçim ya da iç görünüm değil, sistem dinamiklerinin sonucu oluşur. Bu; modern düşüncenin önemli karakteristiklerinden olan ‘özgürlükçülüğe’ ters düşmektedir. Modernizm; eşyalara yönetici bir bakış açısıyla bakarak, dünyayı “yapılabilir”olarak nitelemektedir (Heath, 1993).

Kültürün tabiat itibariyle tutucu olmasına ve onun zamanlama ve etkilerinin tahmin edilmesinin güçlüğüne rağmen modern dünya, değişimi bir ölçüde

kurumsallaştırmıştır. Bunu, değişimi oluşturan ve kontrol eden sosyal figürasyonların keşfi ile yapmıştır. Bu kurumların en önemlileri ‘sanat’, ‘bilim’ ve ‘tasarım’dır. Bütün bunlar; kelime, içerik ve sosyal düzenin bir alt sistemi olarak, 18.yy’ın sonları ve 19.yy başlarında yapılan keşiflerdir. Bu alanlarda çalışan insanların yenilik ortaya koymak görevine sahip oldukları düşünülür. Yenilik yapmalarına, sosyal açıdan marjinal olarak kabul edilmelerine ve neredeyse hiç ödüllendirilmemelerine karşın; sahip oldukları sosyal duruş ve saygınlık onları mutlu etmektedir.

‘Bilim’ ve ‘sanat’ değişimi ilerletir. Tasarım ise, değişimi ilerlettiği gibi onu kontrol etmeyi de ister.

Zeisel’e göre tasarım, üç temel aktivite içermektedir: hayal kurmak, ifade etmek ya da somutlaştırmak, test etmek. Tasarımı, fantaziden ayıran; somutlamalar ve sonuca yönelik bazı testlerin uygulanmasıdır. Bu testler, tasarımın tatmin edici olmasını sağlayan kısıtlamalardır (Heath, 1993). Herhangi bir tasarım modelinde tasarım sürecini yürütecek olan bilgi-tabanı, asıl anlamını bu kısıtlamalarda bulur. Bu kısıtlamalar, çözüm uzamını tanımlar. Eğer çözüm uzamı bir noktaysa, tatmin edici tek bir çözüm var demektir. Fakat böyle bir durum, bir tasarım problemi olamaz. Tasarım problemlerinin, birçok sayıda tatminkar çözümü olmalıdır (Heath, 1993).

Kısıtlamaları, tabiatları itibariyle ‘sabit’ olarak niteleme gibi bir yanlış eğilim de sözkonusudur (Gross ve Fleisher, 1984; Heath, 1993). Bu görüş, deneyimler sonucu elde edilen bilgiye taban tabana zıttır. Kısıtlamalar, sosyal olarak tanımlanan oldukça geniş bir alandır ve ender olarak direkt “doğa kanunları”na bağlanabilir. Onlar daha çok; insanların istek, spekülasyon ve çözümlerini ifade ederler. Tamamen fiziksel görünen kısıtlamalar dahi, geniş bir sosyal unsur içerebilir. Örneğin mimarlıkta alan kısıtlamaları fiziksel olarak değerlendirilebilir. Örneğin, bir tasarım hedefi bağlamında; belirlenen bir alan kullanılacak, sınırlar kesinlikle değiştirilmeyecek, varolan ağaçlar ve binalar korunacak vb. gibi kısıtlamalar mevcut olsun. Sonuç itibariyle bu kısıtlamalar da zamanlama, maliyet vb. gibi birçok sosyal faktöre bağlıdır. Gerçekte; kısıtlamalar, birtakım değerler ve inanışlarla bezenmiş bir sosyal örgünün bir kolu olarak düşünülebilir. Eğer örgünün dokusu sıkı değilse, kısıtlamalar gevşetilebilir hatta bazen elimine dahi edilebilir. Zaten bu böyle olmasaydı çok az sayıda tasarım tamamlanabilirdi.

Tasarım yaparken mimar, birçok farklı biçimde ortaya çıkan kısıtlamaların kullanımını sağlamaktadır. Bazı kısıtlamalar, eğitimleri sırasında elde edilen genel profesyonel bilgiye dayanmaktadır. Bu, içinden bazı kısıtlamaların çıkacağı, “bilgi alanları”nın bilgisini içerecektir. Diğer kısıtlamalar; kişisel, profesyonel deneyimlerden kaynaklanmaktadır: “Bir daha asla Gallow’un kilitlerini kullanmayacağım.” Bütün gerekli kısıtlamalar, mimarın hafızasında ya da referans materyalin “dışsal hafızası”nda mevcut olanlardan ibaret değildir. Bazıları da; müşteri, kullanıcı ya da başkalarının isteklerinden kaynaklanmaktadır ya da gözlem yoluyla keşfedilmektedir. Dolayısıyla kısıtlamalar, birtakım üst bilgi yapılarının içinden çıkarılmak durumundadır. Dahası; makul bir zaman içinde tatmin edici bir tasarıma ulaşmak anlamındaki bir tasarım sürecinin başarısı, kısıtlamaların keşfediliş sırasına bağlıdır. Eğer “geri dönüşler” minimize edilmek isteniyorsa, kısıtlamalardaki bu hiyerarşinin iyi anlaşılması şarttır.

Mimari tasarımda, kısıtlama hiyerarşilerini ve karar verme sıralarını yöneten kuralların bilgisi, neredeyse tamamen bireysel deneyimin ürünüdür. Bu kuralların araştırılma ve ifade edilme prosedürleri başka birtakım platformlarda da tartışılmıştır. Yine de, mevcut kısıtlı tasarım süreci anlayışı dahilinde bazı noktalar açıktır. Tıpkı “gerçekler”in yalnızca gözlemleyerek değil, o gerçeklerin test edildiği bir teori bağlamında keşfedilmesi gerektiği gibi; tasarım kısıtlamaları da yalnızca bu kısıtlamaların uygun testleri karşıladığı, tasarım hedefinin bir başlangıç görünümü bağlamında keşfedilebilir. Mimar için böyle bir başlangıç görünümü; bir fiziksel model ya da Darke’in keşfettiği gibi bir genel konsept özeti olabilir (Heath, 1993). Her ne kadar bunların tecrübeye dayanan doğası çoğu zaman tanınmasa da, bu tip ilk şemalar hüristik bir amaca hizmet ederler. Tasarımcının ilk fikirlerindeki, kısıtlamalar tarafından gerekli bulunan değişiklikler, çoğu zaman kuvvetli bir biçimde direnç gösterirler. Bir değişiklik ortaya çıktığı zaman, ürün daha az yaratıcı olmak zorunda değildir. Le Corbusier’in “Pavillion Suisse”i birçok radikal değişikliğe uğramasına karşın, yine de bir başyapıt olarak değerlendirilmektedir (Heath, 1993).

Kısıtlamaları içeren bir tasarım süreci bağlamında yenilikçi ve orjinal düşünme ve karar verme, tasarım sürecinin her aşamasında mümkündür. Tasarım sürecindeki kısıtlamalar keşfedildikçe, ilk konsept; minimal ve tahmin edilebilir şekilde değişip

yeni bir varyasyona dönüşebilir ya da radikal biçimde farklılaşıp gerçek bir buluş haline gelebilir. Büyük olasılıkla, ilk konsept terk edilip yeni bir rehber yapı benimsenir. Alternatif olarak; sosyal figürasyondaki değişikliklerle beraber kısıtlamalar da değiştirilebilir. Kısıtlamaların keşfedilişindeki başarı dolayısıyla oluşan büyüme, gelişme ve değişme yolunda giderse; tasarım, çözüm uzamına doğru ilerlemeye başlar. Zeisel, bunu ortaya koymuş olduğu spiral tasarım süreci modelinde ifade etmiştir (Heath, 1993). Pratikte ise mimari tasarımda yaratıcılık alanı kısıtlıdır. Toplumda, genellikle ‘üretim biçimi ve ürün tipi ne kadar ticarileştirilirse; ilk konseptte ve kısıtlamalara adaptasyonda, stereotiplerden ayrılışa o kadar az izin verilir’ gibi bir durum söz konusudur. Bu, kapitalizmle beraber gelen kötücül gücün bir sonucu değildir. Bunun sebebi, tüketici isteklerini de içeren yoğun bir sosyal baskı ile ilişkili olarak ticari hacmi yüksek marketlerin gelişmesidir. Bu baskının istek ve tercihleri; sıkıca örülmüş bir sosyal ağ oluşturmuştur ve buna bağlı birtakım beklentiler doğurmuştur. Varyasyonlar kabul edilebilir fakat bunlar yüzeysel, marjinal ve moda uygun olma gibi bir eğilim gösterirler. Kaçınılmaz olarak, diğer alanlarda olduğu gibi mimarlıkta da tasarım işinin büyük bölümü, ticari başarıya daha yakın olan ürün ile ilgilenir. Eğer bu iyi-tanımlanmış, neredeyse-rutin aktivitenin dışına çıkılıp deneysel ve keşfedici olana yönelinirse; yeniliğe karşı olan talep ve yaratıcılık fırsatları da artar .

Üretken aktivite alanları incelendiğinde, her birinde buna benzer bir sıralama görülmektedir. Örneğin literatürde, binlerce aşk ya da macera kitabı olmasına karşın çok az sayıda “ciddi” roman, ya da yazarına şöhret ve saygıdan başka hiçbir şey kazandırmayan eser vardır. Resimde, çoğunlukla reklam sanatı ve illüstrasyonuna, akademik portrelere ve avangart galeri resimleri sözkonusudur. Mimarlıkta ise, sıralama; standardize edilmişlikten bir adım ötede duran “ticari” binalardan, acil ve değişken sosyal talepler doğrultusunda tasarlanmış “sistem” binalarına ve tasarımcının bir takım değer sistemleri dahilinde bir metafor olarak ortaya koymak amacını taşıdığı “sembolik” binalara kadar uzanır (Heath, 1993). Bilimde de benzer bir sıralama; mühendislik uygulamalarından, “normal bilim” dahilindeki uygulamalı araştırmalara kadar devam eder.

Sanat ve tasarımın, estetik kısıtlamalar içerdiği gerçeği; bunları, estetik kısıtlamaların kullanımını mütemediyen sağlayan teknolojiden ayırt etmeye yetmez. Bilim ve

matematik, teorilerin seçiminde estetik testleri kullanır. Ne estetik kısıtlamaların metafiziksel ya da keyfi olduğu ne de diğer kısıtlamaların böyle olmadığı düşünülebilir. Tıpkı diğer kısıtlamalar gibi, estetik kısıtlamalar da ‘stil’ denilen sosyal bileşenler içerir. Günümüz toplumu ekonomik kısıtlamalara birincil önem verip estetik kısıtlamaları zayıf olarak değerlendirmektedir. Fakat tarih, tam tersi bir önceliğin var olduğu örneklerle bezenmiştir.

Günümüz toplumunda; güzel sanatlar, eski Mısır ve Bizansta olmadığı kadar az kısıtlamalar içeren aktivitelerdir. Günümüzde, Hegel’in tabiriyle, sanat en uç noktalara kadar çekilmiştir. “merkezi” olan şey, diğer elemanlarla en çok bağlantısı olan şeydir. “ağ” in en yoğun olan noktaları, en çok kısıtlamaya tabi tutulmuş olanlardır. Marjinal olarak değerlendirilen yerler, gruplar ya da bireyler ise tersine, yaratıcı aktivite için en çok fırsata sahip olanlardır. Bu bağlamda; bilimin toplumun merkezine yerleşmesiyle, birtakım farklı grupların özgürlükleri kısıtlama çabalarının artması dikkat çeken bir durumdur. “merkez-sınır” ilişkisi çoğunlukla modernistler ve ilericiler tarafından “sınır” metaforu bağlamında ifade edilmiştir. Bu başarılı bir metafordur; çünkü sınırda daha çok şeye izin verilmiştir ve otorite zayıftır. Bu ayrıca, gerçekçi bir metafordur. İnsanlık tarihindeki en büyük yenilikler, coğrafi sınırlar arasındaki “kültürel alışverişler” sonucu meydana gelmiştir (Heath, 1993).

Yenilik ancak dış sınır çizgisinde mümkün olabilir. Değişim ayrıca, çok daha merkezi aktivitelerdeki varyasyonlar sayesinde oluşabilir (Heath, 1993). Varyasyon iki çeşittir; tesadüfi ve yönlendirilmiş. Modaya uygun değişim, doğası itibariyle tesadüfidir. Bu; değişim uğruna değişmek demektir. Özdeki bu yoksunluk; modayı, yaratıcı yeniliklerden ayıran şeydir. Fakat günümüzde tasarımcıların başlıca amacı, modaya uygun değişimler için gitgide artan bu talebe cevap verebilmektir. Modernizasyon süreci, modern toplumların bireyelerine gittikçe şiddetlenen ve çok daha yaygın bir disiplin empoze etmiştir (Heath, 1993). Bu trendin gözlemi; sosyal olarak hoş görülebilir anlamda bir kaçış, bir ‘heyecan arayışı’ eğiliminin araştırılmasıdır. Son yıllarda, ‘post-modernizm’ olarak adlandırılan bu yeni eğilim, mimarlıkta dahi modaya uygun çeşitlemeler içinde yerini almıştır. Binalar, “eşya, mal” haline geldikçe; bunların, reklam amaçlarındaki marjinal ürün farklarının gereksinimlerini karşılamaları gerekmiştir.

Merkezi fikirler, gelenekler ve teknolojilerdeki değişimler belki de bir takım dış etkenlerden dolayı oluşmuştur: Savaş, hastalık, kıtlık, kültürel çok ya da diğer felaketler. Fakat ana değişim ve hatta devrimsel olan değişim yine birtakım evrimsel değişiklikler tarafından gerçekleştirilmiştir: Yönlendirilmiş varyasyon. Toplumun baskın bir takım değerleri tarafından yönlendirilen bazı değişimler, zaman içinde tamamen yeni bir durum yaratabilir. Elias'ın tarihsel bir örneğini ele alırsak; 16.yy'da Amerika'dan getirilen çok yüksek miktarlardaki değerli metalin; Fransa'nın para ekonomisindeki yükselişi nasıl katalize ettiği düşünülebilir (Heath, 1993). Bu, zaman içinde soyluların şehirlere ve hükümdara bağlılığını arttırmıştır. Bu ekonomik gerçek, soylu sınıfının Versailles ve Paris'te merkeze yerleşmesi şeklinde fiziksel bir biçime dönüşmüştür. Mimarideki belirgin bir takım değişiklikler de bunu izlemiştir: Yalnızca Versailles ve Versailles bahçelerinin inşa edilmesi değil, tamamen yeni ve karmaşık bir mimari tipin; otel ya da soyluların şehir evleri, yaratılması gibi bir sonuç doğmuştur.

Dolayısıyla, ele alınan herhangi bir zamanda, kültür yaratıcı kabiliyetlere üç değişik yolla fırsat sağlamaktadır. Modaya uygun değişimlere fırsat verilir. Sosyal olarak marjinal olan alanlarda çalışmaya fırsat vardır. Son olarak; uzun vadeli birtakım istem dışı yönlendirilmiş varyasyonlar ya da, daha ender olarak, bazı dış etkenlerin baskısı dolayısıyla ortaya çıkan küçük ya da büyük "sınır değişiklikleri" mevcuttur. Yaratıcı oluşumların ortaya çıkma olasılığı birinciye oranla ikincide, ikinciyeye oranla da üçüncüde daha çoktur. En büyük fırsatları yaratanlar; sınır değişiklikleri devrimler ve "rnek değişiklikler" dir (Heath, 1993).

Geçtiğimiz yüzyılda, tarihsel önem ve alkış kazanmış binalar, bu fırsat dağılımı modeline uyuyormuş gibi görünmektedirler. Bu binaların başlıcaları ise konutlardır. Modern ideolojide, konut özel bir alandır dolayısıyla da marjinaldir. Prensipte konut sahibi, bireysel bir "yaşam tarzı" ve buna karşılık gelen özel durum oluşumlarını elde etmek isteyebilir, hatta istemelidir. Pratikte ise, doğal olarak konut yaşamı birçok geleneksel kısıtlama tarafından idare edilir ve lokal normlardan çok uzak olan konut sahibi, çatışmayı ve hatta legal bir kuvveti deneyimler (Heath, 1993). Yine de "konut tasarımı" toleransa sahip bir alandır. Sanat ve eğlence için yapılan binalar ise daha sonraki en iyi fırsatları sunarlar. Hastane, havaalanı, laboratuvar gibi; ileri teknolojiye

dayanan aktiviteler için yapılan binalar da yaratıcı yeniliğe fırsat verir, fakat bu olasılık teknik kısıtlamalar tarafından sınırlandırılır.

2.2.2. Yaratıcı Bir Süreç Olarak Mimari Tasarım

Alvar Aalto, mimarlık pratiğinde tartışmasız en önemli karakterlerinden biridir. Aalto kendi mimarlık pratiğindeki tasarım yapma süreci hakkında yayımladığı makalesinde herhangi bir yöntem oluşturmaksızın kendi kişisel deneyimlerinden bahsettiğini ifade etmektedir. Her koşulda, problemleri çözümedeki ortak çabaları sonucu meslektaşlarının da aynı bilgileri paylaştığını düşünmektedir (Haapasalo, 2000). Ayrıca Aalto, örneklerin sadece sonuçta ortaya çıkan binanın iyi ya da kötü özellikleriyle ilişkili olmadığını ileri sürmektedir. Aalto sayısal olarak çok fazla makale üretmemesine rağmen en çok tercih ya da analiz edilen yayıncılardan biridir. Fakat Aalto'nun deneyimleri ve pratikteki çalışmaları özgün metinlerden daha etkilidir. Bunun dışında ifade edilebilir ki, yaratıcı mimari çalışmanın hiçbir tanımı Aalto'nun tanımları kadar gerçekçi ve ilgi çekici değildir:

“Kişisel olarak mimari bir problemi çözmek zorunda kaldığım zaman, mutlaka başedemediğim bir engelle yüzyüze gelirim, “Sabah uykusundaki bir ağaç misali” Bana engel olan sorun, mimari tasarımın birbiriyle iç içe geçmiş sayısız bileşeni birbirinden ayırmak zorunda kalması olduğu için, çok karmaşıktır. Psikomantik sorularla örülü sosyal, insani, ekonomik ve teknik konular hem bireyi hem de toplulukları etkiler. Çok sayıda inanışın ve problemin oluşturduğu engel, gerekli olan mimari fikrin ortaya çıkışını zorlar. Ben daha sonra şu şekilde ilerlerim: Değişik gereksinimler ve çalışmanın ortamı zihnime yer etmiş olmasına rağmen bir an için ana problemi unuturum. Eksiltilmiş sanata benzer bir yöntem üzerine hareket ederim. Sadece içgüdülerimle çizim yaparım, mimari sentezlerle değil. Fakat bazen çocuksu kompozisyonlar ortaya çıkmasına rağmen ana fikir zamanla şekillenir ve bir armoni kazanır.” Aalto'nun pratik çalışmalarının önemli bir deneyimi de, yoğun olarak sezgilerini kullandığı yöntemlerdir, Vipuri Şehir Kütüphanesini tasarladığında da sezgisel metotları yoğun olarak kullanmıştır. Bu hedefi tamamlaması için önünde yeteri kadar, beş uzun yıl, zamanı olmuştur.

“Kendi düzenimi bulana kadar, uzun bir dönem, basit, acemice çizimler yaptım. Her türlü fantastik, çok çeşitli güneş görüntülerine sahip dağ manzaraları çizdim ve bu

banasında kütüphane fikrinin temelini oluşturdu. Kütüphanenin mimari iskeleti farklı seviyelerdeki çok çeşitli dinlenme ve okuma bölümlerini kapsamaktadır. Bunun yanında yönetim ve denetim bölümleri de uçtadır. Benim basit çizimlerim dolaylı olarak mimari fikirle örtüşmüş fakat plan şeması ve kesitlerin gözden geçirilmesi sonucu yatay ve düşey sirkülasyon sağlanmıştır.” Aalto’nun, bilinçsizce yapılan yaratıcılık çalışmasının görüntüsü makalesinde yer almaktadır. Bu makalenin başlığı (Alabalık ve Akarsu), konuyu yeterince açıklar (Haapasalo, 2000). Mimarlık ve detayları bir şekilde biyolojinin de bir parçasını oluşturur. Belki de mimarlık büyük bir alabalık ya da som balıktır. Bu canlılar iyi gelişmiş olarak doğmazlar hatta denizde ya da suda da doğmazlar. Kendi evlerinden yüzlerce mil ötede, nehirlerin akarsuların komşu olduğu, şelaleler arasındaki derelerde ya da eriyen buzların oluşturduğu sularda doğarlar. Bir balığın gelişmesi nasıl böyle zaman alıyorsa mimarların da fikirler dünyasında zamana ihtiyacı vardır. Mimar Petaja (1977, 1983) mimari yaratıcılık üzerine çalışmalar yapmıştır (Haapasalo, 2000). Onun yaratıcılığının ve öğreniminin kapsamı ise bilimden çok sanat ağırlıklıdır. Petaja, diğer araştırmacıların da yaptığı gibi, yaratıcılık sürecinin duygusal ve irrasyonel yanlarını ve içindeki anlamları ortaya koymuştur. Mimarlık ve güzel sanatlar arasındaki soru her zaman en önde gelen olmuştur. Genellikle, mimarlığın, heykeltıraşlık ve ressamlıktan birşeyler alması istenmiştir. “üç sanat” diye ortaya konan bu aktif temsilciler arasındaki işbirliği değişik öneriler şeklinde ortaya konmuştur. Aalto da bu amaçlarla hemfikirdir. Aalto sanattaki formların modern mimarlığa gerçek bir içgüdü oluşturduğunu savunur. Bunun yanında mimarlık soyut sanata da materyal üretmiştir. Sanatın bu iki dalı da birbirini etkilemiştir. Bireysel yaratıcılığın kalitesi hayatın gelişen evreleri ve hatta doğum öncesi genetik bilgi üzerine kurulabilir.

Petaja’ya göre yaratıcılık, bireysellik ve topluluk arasında bağlayıcı bir güçtür (Haapasalo, 2000). En iyi uzmanlar bile yaratıcılık üzerindeki tüm olasılıkları kontrol edemez. Gelecekteki herhangi bir mimari proje için hazırlanmış herhangi bir çözüm olamaz çünkü tüm mimari problemler kendine hastır. Mimarlıktaki yapılar gerçeğin formlarıdır ve insan bilincinin ve gözleminin ana başlıklarıdır. Böylelikle mimarlığın hem yaratıcı hem de psikomantik faktörler üzerine dayandırıldığı görülmektedir. Duygusal ve bireysel özellikleri biraraya getirmek yaratıcılığın misyonudur. Daha sonra yaratıcılık, duyguların ve gerçek sonuçların boşluklarını dolduran bir yeti

olarak ortaya çıkar. Petaja bu formları biraraya getirerek yaratıcılığın bilinçli tasarımıyla meydana geldiğini görür.

Tasarımın özü amaçsız ya da absürt bir konudan bile kaynaklanabilir. Pallasmaa'ya göre "gereklilik" çizim tahtasından başka yerlerde de karşımıza çıkabilir (Haapasalo, 2000). Eskizle ve eskiz yapma çizimin zeminin oluşturan çok çeşitli yollardan biridir. Farklı başlangıç noktalarından yola çıkarak çözüme ulaşma ihtiyacı beraberinde sosyalliği, fonksiyonelliği, teknikliği ve formaliteyi gerektirir. Önceki tanımlar yaratıcı tasarımdaki bilinçsizliği ve tasarımdaki sayısız faktörü ortaya koymaktadır. Bunun yanısıra, yaratıcı mimari tasarım sürecinin prosedürleri her tasarımcı için kendine özgüdür.

2.2.3. Sezgisel Tasarım ile Sistematik Tasarımı Bütünleştirme Yaklaşımı

Mimari tasarım ile yaratıcılık kavramı arasında bütünleşik bir yapı sözkonusudur. Bunun içindir ki hem tasarım hem de yaratıcılık, tanımları açık ve net biçimde yapılması mümkün olmayan süreçlerdir. Tasarım sürecinin tanımını yapmak, bir bakıma, süreci çeşitli aşamaların birbirini takip ederek ilerlediği bir sistematığe oturtmak anlamına gelmektedir. Bilgisayar destekli mimari tasarım yaklaşımları kapsamında oluşturulan modeller de böyle bir yöntem kapsamında ilerlemek durumundadırlar. Bilgisayarların tasarım sürecine aktif biçimde katılabilmesi için tasarım sürecinin bilgisayar ortamındaki açılımı tanımlanmalıdır. Bilgisayar destekli tasarım alanındaki araştırmaların başarı oranı ise üretilen tasarımların insan tasarımcıların ortaya koyabileceği yaratıcı ürünlere yaklaşma oranıyla ölçülebilir. Dolayısıyla bu bütünsel amaca ulaşmak için yaratıcılığın sistematik tasarım süreci içinde tanımlanabilmesi gerekmektedir.

2.2.3.1. Yaratıcı ve Sezgisel Mimari Tasarım

Yaratıcılık yeni fikirler ve çözümler üretme yeteneğidir. Bu özellik, beynin ve tüm insan vücudunun normal bir aktivitesidir ve her insan belli oranda bu kapasiteye sahiptir. Sezgisel yöntemleri kullanarak kişi, mantıksal bir süreç olmaksızın problemleri çözebilir. Yaratıcı olma yeteneğini araştırabilmek ve geliştirebilmek için öncelikle insan vücudunda harekete yönelik olarak ortaya konan dört ana fonksiyon

olan bilinçli düşünce, bilinçsizlik, algı ve duyuların nasıl işlediğinin tanımlanması gerekmektedir. Bu insani fonksiyonlar, insanın yaşamsal aktiviteleri ve hayatın evrelerini sürdürebilmesi için birbirleriyle ilişki içindedir. Bilim, insanın gizli kalmış olan bilinçaltını çok az tanımaktadır. Bununla beraber modern ilaçlar ve özellikle psikiyatri, tam olarak yerini tespit edememelerine rağmen, bilinçaltının varlığını kabul etmektedir. Bilinçaltı konusunda yalnızca birtakım gözlemler yapılabilir, nitekim bilinçaltının yapısal detaylarını ispat etmek imkansızdır. (Haapasalo, 2000). Yaratıcı mimari tasarım teorisi bu bölümde Tuomaala'nın (1999) bilinç ve bilinçaltı aktiviteleri ve bunlar arasındaki ilişkiler üzerine ortaya koymuş olduğu yaklaşım çerçevesinde değerlendirilecektir. Tuomaala'nın makina mühendisliği tasarımında ortaya koyduğu bu yaratıcılık yaklaşımı, mimari tasarıma da uygulanabilir niteliktedir. Zira bu anlamda meydana getirilen yaklaşım, yaratıcı tasarımı görselleştirecek olan ender olasılıklardan biridir (Haapasalo, 2000).

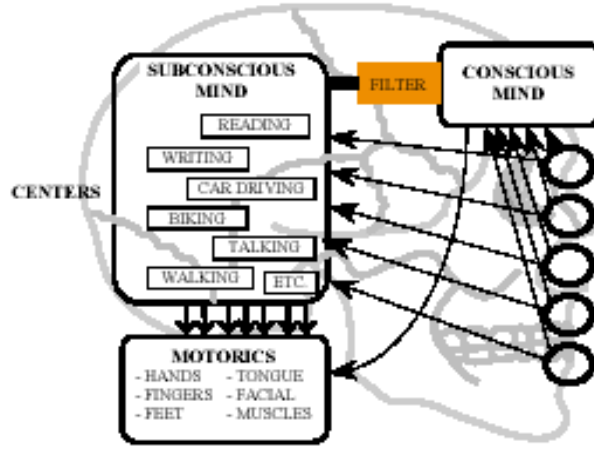
Descartes'in ünlü "düşünüyorum öyleyse varım" sözü mantık ve rasyonaliteyi tanımlamaktadır. Damasio'ya göre ise rasyonalite, sosyal koşullardaki sinirsel duyular üzerine kurulmuştur (Haapasalo, 2000). "Hissediyorum öyleyse düşünüyorum". Hissediş duyguların değişiminin, kişinin deneyimlerinin ve kimliğinin ortaya konmasıdır. Mario Botta'nın mimarlığında da temel öğeler düşünme ve hissediş üzerine kuruludur.

Düşünme, mimarların kariyerleri boyunca öğrendikleri mantıklı ve rasyonel bilgilerden kaynaklanarak oluşmaktadır. Mimarlığı hissetmek; irrasyonel, şiirsel ve subjektif olan kişisel özelliklere bağlıdır. İnsani fonksiyonlar temelde; bilinçli ve bilinçsiz düşünce, algı ve duyular gibi bölümlere ayrılmaktadır.

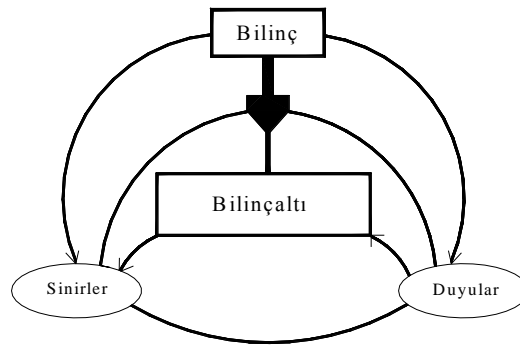
İnsan, hareketlerini sadece belli durumlarda bilinçli olarak kontrol etmektedir. İnsan ayrıca denge duygusu gibi bazı iç duyulara da sahiptir. Hemen hemen tüm işlemler bilinçli seviyede kontrol edilir. İstisnai olarak yalnızca kalp dolaylı olarak bilince bağlıdır. Solunum ise tamamen ya da kısmen bilinçli biçimde kontrol edilmektedir, örneğin uyku sırasında bilinçdışıdır (Şekil 2.1).

İnsanın içsel bilgi akışı; bilinçli ve bilinçaltı düşünce ile vücudun algı ve duyuları arasındaki etkileşim ile açıklanabilir. Bu etkileşimlerden ilki bilinç ile bilinçaltı arasındaki basınç ilişkisi ile ilgilidir (pnömatik), diğer bağlantı ise elektriksel yani

sinir ve duylular arasındaki bağlantıdır. Bilinçlilik hali, sinirlere bilgi gönderimini (insan beyninin verimi) sağlamaktadır, duylular (insan beyninin verileri) ise insanın çevresini algılamasına yol açmaktadır. Bir konu hakkında veri toplama ya da araştırma yapma öncelikle, bilinçaltında basıncı artırır ve buradan bilince doğru bağlantıyı sağlayacak olan iletim kanalını ortaya çıkarır. Bilinçli öğrenme; sinirler, hareketler ve duyu alıcılarıyla gerçekleşmektedir. (örneğin; bisiklete binmeyi öğrenmek için 5000 sayfalık bir metni okumak faydasızdır, kişi yalnızca kendi deneyimleri sonucu öğrenebilir.) Bilinç ile bilinçaltı arasındaki bu gerilim, bilginin bilinçaltına doğru absorbe edilmesini sağlamaktadır (Şekil 2.2). Bu durum bilinçaltı tarafından fikirlerin kullanılması için basıncın düşürülmesini gerektirir.



Şekil 2.1. İnsanın beyinsel fonksiyonlarının sistematığı (Toumaala, 1999)



Şekil 2.2. İnsan bilgi işleme sürecinin bir modeli (Toumaala, 1999)

Sürekli ve güçlü bir bilinçli düşünme süreci, bilinçli zihindeki basıncı artırır, ki bu da fikirleri bilinçaltında tutmaktadır. Bu durum genellikle konu ile ilgili herhangi bir sorunla karşılaşıldığında meydana gelir fakat zihni boşalttıktan sonra çalışmalar ve yaratıcı fikirler yeniden kavranabilir hale gelebilmektedir.

Bilinçaltının yapısı ve hareketleri tam olarak bilinmemektedir fakat bu alt bilincin çok miktarda bilgi içerdiği de açıktır. Bir insan yaşamında çok miktarda beceri ve bilgi birikimine rastlamak mümkündür.

Freud'a göre insan hayatı, bireyin doğumundan sonra yaptığı herşeyi içermektedir. Jung'a göre ise insan beyni atalarından gelen hafızayı da kapsar. İnsanın hareketleri dikkatli bir şekilde incelendiğinde, bunların az-çok kontrollü olduğu görülür. Örneğin insan yürümeyi bilinçli olarak kontrol etmez ama bir şekilde kontrol altında tutabilir. Ve eğer yürüyüşünü bilinçli bir şekilde kontrol etmeye kalkarsa, doğallığı bozulur ve yavaşlar. Tuomaala'nın (1999) bu konudaki pratik gözlemleri şunlardır:

- a) Bilinçaltı ile yapılan hareketler bilinçli hareketlerden daha kesin ve hızlıdır.
- b) Bilinçaltı hareketlerinde duyular doğrudan okunabilir ve bilinçli düşüncenin yardımı olmaksızın algılar doğrudan kontrol edilebilir.
- c) Enerji kullanımı söz konusu olduğunda bilinçaltı ile gerçekleştirilen hareketler daha ekonomiktir.
- d) Tüm bilinçaltına bağlı hareketler daha önceden bilinçli bir şekilde öğrenilmiştir, öğrenmek ve öğrenilen bir şeyin değiştirilmesi de oldukça zordur.

Bilinçaltının etkinliğinin başka bir örneği de rüyalardır. Rüyalar bir kaç saniye sürerler, bir çok kelime ve imaj içerirler fakat hatırlanmak için çok zaman gerektirirler. Aksine bisiklet kullanmak örneğin, bilinçaltının yardımı olmaksızın gerçekleştirilemez. Bilinçaltındaki beceri, algı ve duyular aracılığıyla bilinç dahilinde öğrenilir. Simultane tercümanlar, bir konuşmayı dinleyip başka bir dile çevirme sırasında bilinçaltı yeteneklerini kullanırlar. Enteresan olan başka bir konu ise insanın bir konu hakkında birşeyler tasarlarlarken fikirlerinin bilinçaltından yansmasıdır. Daha sonra bu fikirler bilinçaltından bilinçli düşünce seviyesine geçerler. Bilinçaltı henüz tanımlanamamış süreçler sonucu ortaya çıkmıştır. Tuomaala'nın bu konuda çıkardığı sonuçlar aşağıdaki gibidir:

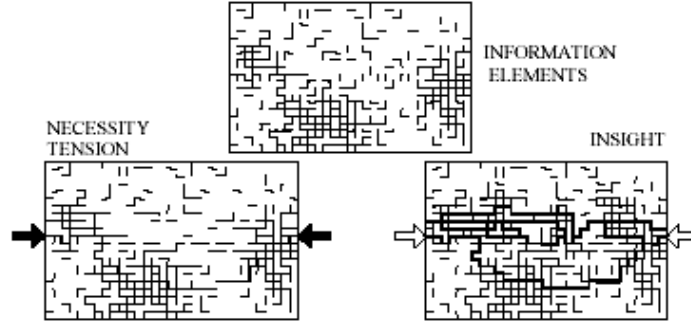
- a) Bir konuyu anlamak ve tanımlamak öğrenmeye yardımcı olmaz. Aksine bu durumu daha da zorlaştırır.

- b)** Bazı durumlarda fiziksel bir temas olmadan konuyu öğrenmek imkansızdır. Daha zor konuları öğrenmek daha pratik bir eğitim gerektirir. Bu pratik eğitimin en gerekli bölümü kavramadan geçer.
- c)** Kavrama gerçekleştiğinde öğrenme gerçekleşir. Bu ise tamamen bir bilinçaltı davranışıdır.
- d)** Bilinçaltının kontrol ettiği fikirler bazen bilinçli hareket ve fikirlerden daha kesin ve doğrudur.
- e)** Bilinçli çalışmaların zorlamasıyla bilinçaltının kavraması meydana gelmez.
- f)** Bilinçaltı kavraması ayrıca zor konularda da devreye girer. Her koşulda birçok bilinçli çalışma gerektirir. Problem çözmede çalışma olmadan gerçek kavrayışa ulaşamaz.
- g)** Tüm öğrenim çalışmaları bilinçaltı kavramasına ihtiyaç duyar. Ayrıca sadece bilinçli çalışmalarla öğrenim gerçekleştirilemez.
- h)** Bir öğrenim süreci söz konusu olduğunda bilinç seviyesinden bir emir harekete geçer.
- i)** Tam otomatik bir bilinçaltı hareketi bilinçli hareketle beraber duyuları da kullanır. Bu sayede hareket bilinçli çalışmadan daha doğru ve hızlı gerçekleşir. Bu durum, bilinçaltının zamanın kontrollü kullanımını bilinçliden daha etkili gerçekleştirdiğini göstermektedir.

Yaratıcı düşüncenin ortaya çıkmasını sağlayan bilinçaltı, bilinçli düşünceden daha çok ve daha geniş ölçekteki problemleri çözebilmektedir (Haapasalo, 2000). Ayrıca bazı büyük problemler mantıkla bile çözülemez. Bu konudaki araştırmaları geliştirme ve belirlemedeki ana hedef; bilginin öğrenimini, transferini ve bilinçaltı yetenekleri öğrenmek ve kullanmaktan geçmektedir. Bilinçaltı bilgiyi süreçlendirir ve yeni fikir ve düşünceler oluşturur. Ayrıca sınırlar, hareketleri doğrudan kontrol eder. Bilinçaltı, bilinçli düşünceyle bağlantı kurmalıdır aksi takdirde hareketlerin ve düşüncelerin kontrolü ve gerçekliği bilinçli olarak sağlanamaz.

Tuomaala (1999) (Şekil 2.3) bilinçaltındaki düşünceleri kısa bileşenler şeklinde tanımlamıştır. Bu bileşenler diğer başka bileşenlere bağlıdır ve bir bilgi ağı

oluştururlar. Bu kısa eleman ve bilgi ağıyla Tuomaala bilginin konumunu ve bilinçaltıyla bağlantısını belirlemektedir. Bu ağ daha karmaşık birçok bağlantıyı temsil eder, ki bu bağlantılar daha önce kavranmıştır. Dolayısıyla tüm bu bilinçaltı bilgilerinin tanımlandığı bu ağ; bünyesinde birçok boşluk, delik ve daha küçük bağlantısız ağlar bulundurur. Bu ağın büyüklüğü, kavranmış bütünlüğün boyutunun ve bu bütünlüğün aksine tutarsızlığının da miktarını tanımlamaktadır.



Şekil 2.3 Bilinçaltındaki bilgi elemanları, gerekli olan gerilim ve oluşturulan içgörü (Tuomaala 1999).

Bilinç ile bilinçaltı arasında oluşan gerilimin çözülmeye çalışılması yaratıcı düşüncenin ortaya çıkması için gereklidir. Zira sürekli hissedilen bu gerilim bir hedefi amaçlamaktadır. Başka bir deyişle bu gerilim geliştirilebilir ve objektif bir amacı başarmak amacıyla oluşturulmuştur. Hedefin tanımını ne kadar dikkatli yapılırsa ve gerekliliği ne kadar önemsenirse gerilimi de o kadar olmaktadır.

Yeni bilgilerin bilinçaltı tarafından iyi öğrenilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde bilgi kullanışlı olamaz. Bilginin kavranması ve bağlantının sağlanması için de zaman ve çaba gereklidir. Güçlü bir mantıksal çalışma, bileşen bilgilerinin bağlantısını engellemektedir dolayısıyla baskının ve gerilimin bir an olsun rahatlamasına gerek vardır. Devamlı süren düşük gerilim bağlantıyı engeller ve ağ, bilgilerin biraraya toplanmasıyla ve biçimlendirilmesi yoluyla tamamlanır. Bu mantıksal çalışmanın sonuçları, bilinçaltına kavrama yoluyla bir bağlantı sağlamak için transfer edilir. Karmaşık konularda, olası bağlantı yolları için birçok bilgi bileti oluşturmak gereklidir (höristik noktalar). Bir höristik nokta bilginin oluşturduğu hedeftir; örneğin, bir bütünlüğe ait detayların çizimi ya da araştırılması. Bu höristik nokta, konu başlığı altına daha çok bilgi toplayarak, genişletilebilir ve esnetilebilir (Tuomaala,1999). Van Dijk (1995) de eskiz yapmanın ve özellikle fikir üretiminin

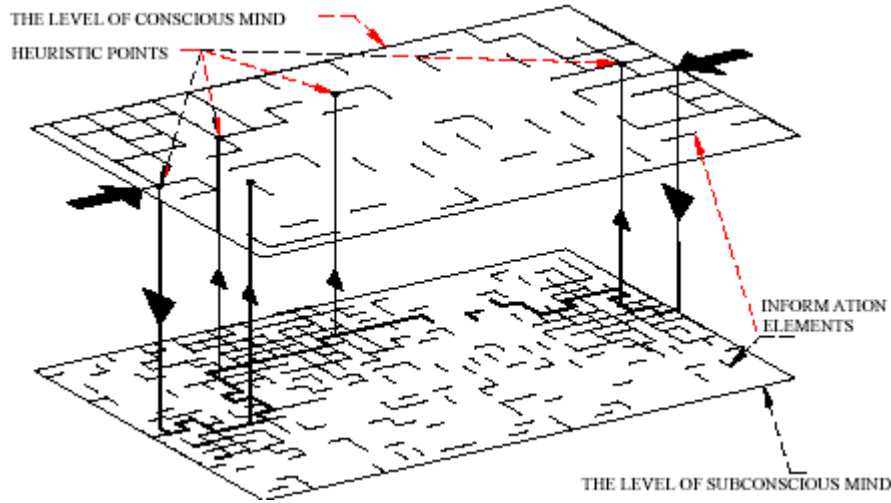
gelişimindeki fiziksel aktivite ile h ristik noktalardaki çalışmaların öneminden sözetmiştir.

Problem çözmede bilinçaltını kullanmak problemin sezgisel çözümü olarak adlandırılabilir. Tabi ki bir tasarım sadece konuyu kavramayı beklemekle ilerlemez, birçok sıradan çalışmaya da, çizim ve bilgi toplama gibi, ihtiyaç vardır. Eğer herhangi bir önerme mevcut değilse, kavramayı beklemek de ayrıca gereksizdir. Bunun için birinin, konu alanıyla ilgili olarak yeterli araştırmayı ve analizi yapması gerekmektedir (boşlukları doldurmak için). Sezgisel yöntemde; h ristik noktalar, detaylar üzerine çalışma ve çözüme bağlı olası alt hedeflerin oluşturulması için ayrıca gereklidir. Sistematik problem çözümü, sezgisel metodun tam tersi olarak adlandırılabilir. Sistematik problem çözümü birbiriyle mantık çerçevesinde bağlı olan alt problemlere ihtiyaç duymaktadır (bilgi konuları ya da sezgisel yöntemdeki h ristik noktalar) (Haapasalo, 2000; Toumaala 1999). Sistematik yöntemde, bu alt problemlerin ya da çözümlerin halihazırda mevcut olması durumu oldukça tipiktir ve asıl tasarım bunları belirli bir tanım ve yapıda birbirine bağlar.

Freud mantıklı hareketi insan beyninin ikincil süreci, bilinçaltı aktivitesini de birincil süreci olarak nitelendirmektedir (Haapasalo, 2000). Geniş çaplı bir yaratıcı çalışmada bu iki aktivite de gereklidir. Bilinçaltındaki bilgi birikimi ve kapasite bilinçli düşünceden daha fazladır ve hareketleri de daha kesin ve doğrudur. Dolayısıyla bunu tasarımda kullanabilmek çok önemlidir. Tasarımda; düşünce bazı noktalara kadar bilinçli olarak yapılandırılmalıdır ki bilgi zinciri ve çözümleri gelişsin. Bilinçaltında daha çok düşünce vardır bu yüzden de bilgi biletleri bilinlilikten daha karışık ve geniş çaptadır (Haapasalo, 2000). Bu iki seviye arasında bir orta yol bulunur ki optimum sonuç elde edilsin. Bilinçli düşünce seviyesinde; bilgi biletleri arasında, mantıklı çıkarsama ya da sebeplendirmeye bir bağlantı kurulmuştur. Pratikte bu, çözümler ve mantıklı detaylar arasında bağlantı kurmak anlamına gelir ki, böylelikle birbirleriyle birleştirilebilirler (şekil 2.4).

Tuomaala'ya göre (1999) insanlar, yaratıcı çalışmada gerekli bilgi ve beceriyi genlerinde, araştırmaları sırasında ve ayrıca hayatlarındaki sosyal birtakım evrelerde elde edebilirler. Bu bilgiler bilinçaltının yüzeyine işlenmişler ve burada mevcut bir bilgi olarak depolanmışlardır. Bilgiler arttığında, bağlantılar da artar ve her yeni bilgi, bir beceri ya da hareket merkezi oluşturur. Tamamlanmış bir hareket merkezi,

çok basit kontrol emirleriyle kullanılır ve bağlantı için sadece bir kanal gereklidir. Bu anda, hareket merkezi, bilinçaltının derinliklerine inmeye başlar. Örneğin; konuşma merkezi bilinçli kontrol kanallarıyla bağlantılı bir seviyeye gelirse, zayıf düşer. Bilgiler, hüristik noktalardaki çalışmalarla yenilenebilir. Böylelikle bilgi ağı, bilinçli düşünce ve bilinçsiz süreçlerin bağlantısıyla genişler. Bilinçli düşünce, bilinçaltının üzerine eklenmelidir. Kişinin bilgi ve deneyimleri, insan beyninin içindeki bilgi halkalarını oluşturur, bu da gelecek için bir model niteliğindedir.



Şekil 2.4 Beynin bilinç ve bilinçaltı tabakaları ve aralarındaki etkileşim (Tuomaala, 1999)

Bilginin anlamı, kullanılabilme için kavranmalıdır. Bu kavrama sırasında bilgi bilinçaltının süzgecinden geçer. Eğer tasarımcının konuyla ilgili ön deneyimleri varsa, bilgi bilinçaltına hızla akar ve mevcut ya da yaratılacak olan yeni bilgi merkezini genişletir. Bilinçaltının merkezini belirlemek zordur. Eğer bu merkezler hareket ya da sınırlarla birbirlerine bağlılarsa hareket merkezi olarak; ilgiye bağlılarsa beceri merkezi olarak adlandırılırlar. Fakat problem çözmeye yönelik merkez bilgi merkezinin başlangıcında yer almalıdır. Bilgi arttığında, bağlantı sayısı da artar ve böylece bilginin kendisi de daha geniş hareket, beceri ya da bilgi merkezleri yaratır.

Bilgiyi öğrenme; bilinçaltını, bilinçaltı sürecini ve bilinçaltı tarafından üretilen fikirlerin hassasiyetle ele alınmasına bağlıdır ve ayrıca yapılan birtakım mantıki analizler, yaratıcı tasarımın ana etkenleri olabilmektedir (Tuomaala, 1999). Genellikle yaratıcılık ve yaratıcı olma yeteneği özel bir beceri olarak nitelendirilir

fakat bu özellik, bilinçle de zamanla genişletilebilir (Haapasalo, 2000). Dick'e göre yaratıcılık, geleneksel ve tek yönlü düşünceden ayırt edilmelidir (Haapasalo, 2000). Bilinçaltı sürecinin henüz tam olarak bilinmemesine rağmen, bilinç ile bilinçaltı arasında oluşan gerilimle bilinçaltı kontrol edilebilir. Bilinçli çabalar, bilinçaltında sayısız gerilim yarattığında, hareket daha etkili olmaktadır. Bilinçli hareket bir yere odaklandığında ya da problem çözmeden farklı bir yere yöneldiğinde, sezgisel gerilim bilinçaltı düşüncesini gerçekleştirir.

Birçok tasarım projesinin incelenmesi sonucunda görülmüştür ki en iyi çözümler bilinçli gerilimle değil, sezgisel gerilimle sağlanmıştır (Haapasalo, 2000). Gerekli olan gerilim, bilinçaltı gerilimi ve sezgisel gerilimi ayırt etmek önemlidir. Gerekli gerilim, amaca ulaşmak için ortaya konan bilinçli çalışma olarak nitelendirilir. Bilinçaltındaki gerilim ise bilinçli gerilim olmadan artmaz. Bilinçli gerilim uzun bir süreçten sonra ortaya çıkar, bilinçaltı gerilimi ise ani bir duraklamadan sonra. Tüm gerilimler aşağı yukarı aynı yönde çalışırlar. Bilinçaltı sürecine yeterli zaman tanımak önemlidir. Pratik tasarımda bu, detayların çizimi vb. yöntemlerle sağlanabilir. Bu nedenle bilinçli düşüncedeki bağlantılar gerçekleştirilmelidir aksi takdirde düşünce kontrol ve hareket yeteneği ve gerçeklik duygusu azalır. Bilinçaltındaki ani bir kavrayış durumu, "evreka" (buldum) mucizesi diye adlandırılmaktadır.

Tuomaala'nın yaratıcı çalışmadaki modeli; gerilim, hüristik noktaların kuluçka dönemi ve ayrıca geleneksel ve katı düşünce tarzından vazgeçmiştir. Sezgisel yaratıcı çalışmanın yöntemi; "evreka" mucizesi için bilinçli koşullar yaratılarak oluşturulur. Bu da, bir takım hüristik noktaları yaratmak ve bunlar arasında bilgi transferi gerçekleştirmekle yapılır. Bu transfer, kelimelerden ve bilinçli düşünce sisteminden daha etkilidir. Bilinçaltı süreci hüristik noktalar arası bilgi toplamaları ve arasındaki bağlantıyı sağlamaktadır.

Tuomaala'nın çalışmalarında (1999) kullandığı ek bir yöntem de kısa mantıktır. Tuomaala, kısa mantığın kapsamını bir "puzzle" yapma örneği ile açıklamaktadır. İlk olarak, puzzle'la oluşturulacak imaj zihinde oluşturulur. Tüm parçalar öne çevrilir. Parçaları analiz ederek bir kısmı tanınır ve yaklaşık konumlarına yerleştirilir. Daha sonra daha dikkatli bir biçimde ve detaylı olarak araştırmaya eğilinir. Hedefin ilk hüristik noktası algılanır ve çalışma devam eder. Kısa mantık, doğrudan algılamayı

ve aktarımı sağlamak için kullanılmaktadır. Örnekte görüldüğü gibi çalışmanın kendisi monotondur fakat ilgi çekici nesnelere hemen yaratılabilir. Odaklanılacak olan ana nokta en son çözüm değil, düğümdeki mantıktır.

Mantıklı tasarımda süreç, tüm çözümlerin ortaya çıktığı bir konu üzerine kuruludur. Tasarım, bölümleri seçmek ve onları sistemli bir bütün altında birleştirmektir. Puzzle analoji örneğinde de görüldüğü gibi; sistematik yöntem tüm parçaların kesin bir şekilde bir sıraya konduğu bir algoritmadır. İki bölüm biraraya getirildiğinde algoritma üçüncü uyan bölümü bulana kadar arar. Fakat sezgisel yöntem çok daha derinlere dalar ve mevcut yapının bilgi ve bakış açısını kullanır.

2.2.3.2. Sistematik Tasarım

Sistematik tasarım teorisi mantıklı sonuçlara dayanan çözümleri araştırmak amacıyla çeşitli yöntemler geliştirmiştir. Sistematik tasarım, yöntemlerin, süreçlerin ve tasarımın tanımının gelişmesini amaçlamaktadır. Sistematik tasarıma göre tasarım süreci tanımlanmış bir problemi bir teknik sisteme, modele dönüştürür. Sistem, bileşenlerin ve problemlerin çözüldüğü kesin bir yapıyı ve hiyerarşiyi içerir. Kesin yapı ve hiyerarşik düzen problemin tamamıyla ele alındığı sistematik tasarımın bir parçasıdır.

Sistem hem birbiriyle ilişkili hem de gerektiğinde bağımsız olabilen bölümlerden oluşur. Ana çözüm geniş bir sistemin parçası olarak da görülebilir. Sistematik tasarım sürecinin ana prensibi; problemin önce alt probleme ve bunu takip eden mantıklı alt çözümlere bölünmesidir. Sistematik tasarım bilimi tasarım sürecindeki karar verebilme yetisini bir zincirin halkası olarak görmektedir. Bu tasarım halkaları tasarım süreci içinde bir bütün olarak birleşmiştir ve bu halkalar tasarım sürecinin ileri-geri küçük adımlarını oluştururlar.

Tasarım, analiz ve sentezin birçok evresini içermektedir. Analitik bölümde, bilgi toplanır ve uygun bir formata çevrilir. Bu format, bileşenlerin yapılarının, özelliklerinin ve sıralarının incelendiği basit bir araçtır. Analiz, konunun gerçekliğiyle ilgili bilgiyi belirlemede, tanımlamada, ortaya koymada ve organize etmedeki bir sorudur. Sentezde ise mevcut bilgiyle ilgili çeşitli yardımcı faktörler bir bütün altında toplanır.

Cross tasarımcının gerekli aktiviteleri üzerine kurulu olan tasarım sürecine yönelik basit bir tanımlayıcı model ortaya koymuştur (Haapasalo, 2000). Cross'un başlangıç noktası, süreç ile tasarım arasındaki iletişimidir, bu da yaratmaya hazır olmak anlamına gelmektedir. Bu tasarım önerisinin temelini oluşturan yaklaşım, amaçlar doğrultusundaki değerlendirmeyi ve tasarımın kriterlerine dikkat çekmektedir. Tasarımcı tarafından genellikle hasta-tanımlı problem boşluklarından doğan kullanımlar doğrultusunda bir öneri yükselir. Sistematik bir çalışmayı oluşturmak ve yeni fikirler üretmek adına farklı sistematik yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlere verilecek birkaç örnek; çeşitli alternatiflerin birlikteliği, düşünceye yönelik modeller, beyin fırtınası, "double team 635" yöntemi, fikir kartları vb. gibi yöntemlerdir. Bu sayısız yöntemin amacı; mantıklı ve sistematik süreç sayesinde bir probleme çözüm üretmektir. Asıl amaç bir çok fikir üretmek ve sonra bu fikirler arasından en iyisini seçmektir. Sistematik tasarıma en genel yaklaşımlardan biri, tasarımı birçok adım içeren bir aktivite olarak göstermektir. Bu çalışmalar, bu adımlar listesiyle ileriye doğru ya da kendi içinde dönerek devam eder:

- nesnenin analizi
- nesnenin özelliklerinin sınıflandırılması
- belirli özelliklerin değerlendirilmesi
- dış özelliklerin ve bu özelliklere ait yerel niteliklerin sınıflandırılması örneğin; yeni sınıflandırma gereksinimleri, toplum nazarındaki değişiklik ve teorik bilgi.
- tüm özelliklerin analizi ve asıl tasarım aktivitesi
- planı test etme
- planın yürütülmesi

Newell ve Simon, insani problem çözmenin en temel teorisini insanın bilgi işleme süreç sistemi olarak tanımlamıştır ve amacı, sorunları çözmek için sistematik bir model oluşturmaktır (Haapasalo, 2000). Problemi çözmenin ana özellikleri; konuyu iyice anlamak ve konuyla ilgili bilgiyi çözücek olan kişidir. Virkkala ayrıca sistematik problem çözüm süreci için bir model ortaya koymuştur. Her aşamanın sonunda bir mekanizma barındırması itibariyle her aşama sistematik bir çalışma

içerir. Süreç problemi ya da konuyu tanımayla başlar. Olası çözümler ve bilgi ortaya konur. Sistematik yöntem yardımıyla fikirler üretilir. En iyi sonuç mekanik yolla adapte edilebilir bir forma getirilir. Sonuçta ve yürütme aşamasında fonksiyonel olması ve iyi sonuç vermesi için fikirler oluşturulur ve test edilir (Haapasalo, 2000).

2.2.3.3. Sezgisel Tasarım ile Sistematik Tasarımın Karşılaştırılması

Hemen hemen hepsi hatta en basit tasarım tanımları bile bir şekilde bilgi ve aktivite ya da bilginin tasarımda nasıl kullanıldığı arasındaki ilişkiyle ilgilenir. Sistematik tasarım, mantıklı sonuçların yardımıyla ya da tesadüfi bağlantılarla çözüme ulaşmayı amaçlar ve bilginin tüm birikimini süreçlendirir. Yaratıcı yöntem ise, çözüme ulaşmadaki araştırmaları yaparken, somut olarak erişilemeyen sezgileri kullanır. Tasarımı bir bütün olarak değerlendirirken, sistematik ve sezgisel çalışmayı birbirinden ayırmak zordur. Sistematik bilgi toplama, yaratıcı ve sezgisel problem çözme ile çözümlere mantıklı ve kritik kararlarla ulaşmak gereklidir.

Bunun yanısıra sistematik tasarım bilimi sezgisel çalışmayı kişinin ilham kaynağına bağımlı bir yöntem olarak görmektedir. Zira kavramalar istenilen anda ortaya çıkmaz. Fakat aynı zamanda, sezgisel tasarımcılar birçok dezavantaja sahip olmalarına rağmen bir çok iyi çözüme de ulaşabilirler. Bu dezavantajlar arasında, doğru fikirlerin nadiren doğru zamanda ortaya çıkması ve sonucun kişinin bireysel beceri ve deneyimine dayanması ve bunun da bir tehlike olarak görülebilecek olmasıdır. Sistematik tasarımda tüm adımlar bilinçli olarak süreçlendirilir ve bu yüzden etkilenmeler ve geri dönüşümler gerçekleşmelidir. Bu sistematik prosedürde; problemi, sonunda bütün bir çözümde buluşacak olan alt problemlere bölmek tipik bir yöntemdir. Ayrıca sezgisel ve sistematik çalışmanın birbirine zıt olmadığına da dikkat çekilmelidir. Bazı bilimadamları çalışmanın tümünün neredeyse sistematik yapıldığı fakat fikirlerle çözümlerin sezgisel olduğu sistematik yaratıcılığın olasılıklarını bulmaya çalışmışlardır.

Mantıklı çalışmada, sistematik tasarım tüm teknik çözümlerin halihazırda var olduğu problemler üzerine kurulmuştur. Tasarım sadece yapıları ve bileşenleri seçmek ve bir bütün oluşturmak için onları biraraya toplamayı içermektedir. Sezgisel yöntem ise, daha derinlere dalar ve sadece mevcut yapı ve elemanların bilgilerini kullanır.

Yaratıcı ve sistematik tasarım arasındaki en önemli fark çözümlerin üretildiği düşünce seviyesidir. Tuomaala'ya göre yaratıcı ve sezgisel problem çözme bilinçaltında yer almaktadır. Mantıklı çıkarsama ve çözüm üretmedeki sistematik, düşüncenin bilinçli bir seviyesinde üretilmiştir. Freud'a göre ise, yaratıcı çalışmada bilinç ve bilinçaltı arasında düzenleme gereklidir ve o bunu üçüncül bir süreç olarak belirtmiştir. Mükemmel bir süreci gerçekleştirmek çok zordur fakat alternatif aktiviteyi üretmek önemlidir. Bu da değişebilir ve dönüşebilir düşünce arasındaki alternatif üretme anlamına gelmektedir. Ferguson'a göre; sistematik ya da mekanik üretilmiş ürünler veya sistemler sezgisel bazlı yaratıcı ürünler kadar iyi değildir. Sistematik tasarım yerine sezgilerle geliştirilen bu ürünlerin değerlendirilmesinin ve pratikte daha kullanışlı olduğunu savunur.

Yaratıcı çalışma için en iyi olasılık yeni fikir ya da çözümlerin üretilmesidir. Aksine, fikirlerin ya da çözümlerin değerlendirme ve süreçlendirme aşamaları sistematik yöntemin en iyi özelliklerindedir. Yaratıcı problem çözümü, geniş bilgi kitlelerinin sadeleştirilmesi ya da dışa vurulması olarak görülebilir. Aksine sistematik tasarım bu kitlelerle uğraşmak ya da bu kitleleri küçük parçalara ayırmak, çözmek ve tekrar birleştirmek gibi görülebilir. Mimari tasarım safhaları incelendiğinde yaratıcı ve sistematik tasarım alanında güçlü bir genel tasarım kültürüne sahip olduğu dikkati çekmektedir. Bu aynı zamanda, ne yaratıcı çalışmanın ne de sistematik çalışmanın tek başına tüm ihtiyaçları karşılamadığı yönünde bir işaret de olabilir. Günümüzdeki araştırmalar yarı sistematik yarı sezgisel tasarımla ortaya konan çalışmaların pratik tasarımın en iyi sonuçlarını ortaya koyduğunu göstermektedir. Tasarım yöntemleri ya da tasarımcının çalışmadaki davranışı, çalışmada yaratıcılığı kullanmış olmasına rağmen, yeteri kadar rasyonel ve sistematik görünebilir. Bunun yanısıra tasarım sürecinin organizasyonu ve yönetimi de sistematik tasarımın veya mantığın kullanımını gerektirir. Sezgisel ve yaratıcı yöntemler sistematik tasarımdan daha iyi ve yeni fikirler üretmesine rağmen tasarımcıda ayrıca yeteri kadar yaratıcılık özgürlüğü olmasını gerektirir.

2.2.4. Yapay Yaratıcılık

Yapay yaratıcılığın amacı; ulaşılabilecek yaratıcılık (creativity-as-it-could-be) hedefi ve kapsamı içinde mevcut yaratıcılığı (creativity-as-it-is) daha iyi anlamaya çalışmaktır. Başka bir deyişle; bu çalışma, insan topluluklarında bulunan

yaratıcılığın, bireysel temsilcilerin-ajanların oluşturduğu yapay topluluklarda bulunabilecek yaratıcılığa karşı yapılan karşılaştırmalı bir çalışmadır, ki bu ajanlar da birçok farklı sosyal geleneği takip ediyor olabilir. Bu doğrultuda, yapay yaratıcılık araştırması, yapay yaşam (Artificial Life) araştırmalarıyla benzerlik göstermektedir. Her ikisi de karmaşık ve tanımsız davranış mucizesini anlamaya yönelik sentetik yaklaşımlardır.

Yapay yaratıcılık yaklaşımı, araştırmacılara, gerçek hayatta mümkün olmayan birçok araştırmayı mümkün kılarak, kontroledilebilir çevrelerdeki yaratıcı davranışın oluşumu konusunda çalışma fırsatı sağlamaktadır. Sosyal yapının üzerindeki etkilerini görmek için, bireylerin davranışlarını kontrol eden parametreler incelenmiştir. Ayrıca ajan gruplarından oluşan ortam, örneğin; ekonomik gelenekler, dış faktörlerin altındaki birey ve toplum yaratıcılığının üzerindeki etkileri incelemek üzere düzenlenebilir.

Yapay hayatla birlikte yapay yaratıcılığın en çok ilgi çeken olasılıklarından biri farklı başlangıç koşullarıyla zaman içinde geri dönüşler yapmaktır, ki bu da bizim yaratıcı bireylerin ürünlerinin ve yaratıcı toplumların yapısının birbirinden nasıl farklılık gösterdiğini anlamamızı sağlamaktadır. Örneğin; farklı iletişim teknolojilerinin gelişimi ve bunların yaratıcı fikirlerin yayılması üzerindeki etkilerinin anlaşılması, değişik iletişim seçeneklerine sahip yapay yaratıcılığın yeniden oluşturulmasıyla sağlanabilir.

Yapay yaratıcılık; yaratıcı düşüncenin bilgisayar destekli modellerini içinde barındıran yaratıcılık çalışmasının daha önceki yaklaşımlarıyla uyumluluk gösterir. Bunu da, yapay yaratıcılığın gereksinimlerini sağlayan ajanların içinde bulunduğu yapay toplumların yayılmasına, gelişmesine imkan sağlayarak yapar. Yapay topluluklardaki yaratıcı düşünce davranışı çalışması, sosyokültürel koşullarda mevcut olmayan yaratıcılık yöntemlerini daha iyi anlamaya yönelik bir fırsat sunar. Simon'ın da notlarına göre, insan davranışının bireyin içinde yaşadığı çevrenin karmaşıklığından kaynaklanabilir (Saunders ve Gero, 2001a).

Bir sonraki bölüm; yaratıcılık çalışmasının gelişimine imkan sağlayan yaratıcılık çalışmasını destekleyen bir zemin oluşturmaktadır. Bunu izleyen bölümde Liu'nun ikili 'üret ve test et' (generate-and-test) modelinin uyarlanmasıyla yapay yaratıcılık

sisteminin temel yapısı geliştirilmektedir. Sonraki bölüm ise, Martindale' in bir yapay yaratıcılık sistemini yürütme örneğini ortaya koymaktadır. Bu örnek toplumlardaki yenilik değerine sahip yaratıcılığın özünün dikkate almakta ve bazı tahminlerinin araştırılması sırasında kullanılmaktadır. Sonuç kısmında ise, yapay yaratıcılık sistemini kullanarak araştırmalar için gerekli olacak geleceğe yönelik stratejileri ortaya koymaktadır.

2.2.4.1. Yaratıcılık Sistemi Yaklaşımı

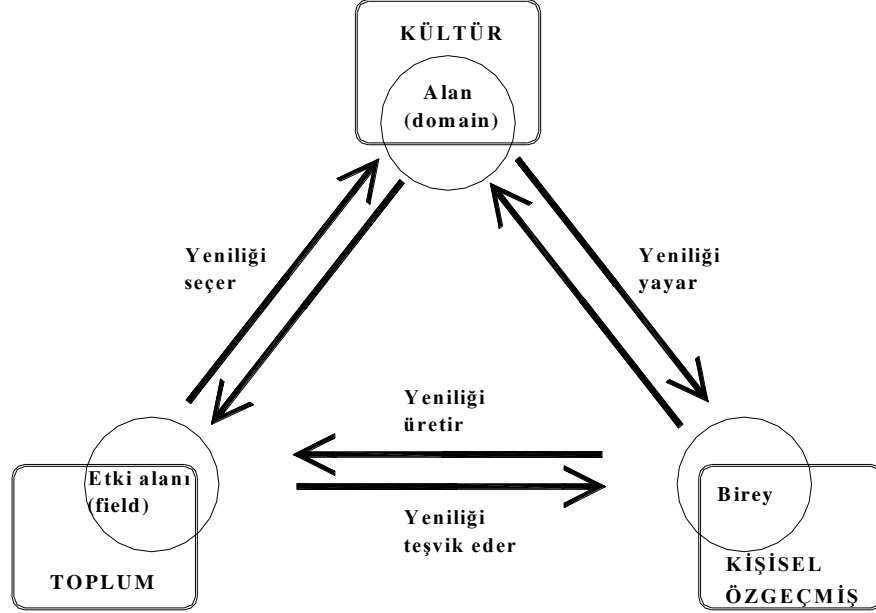
Csikszentmihalyi yaratıcılığın sistem yaklaşımını geliştirdiğinde, dikkatini “yaratıcılık nedir?” sorusundan uzaklaştırıp, “yaratıcılık nerede?” sorusu etrafında oluşan konular üzerine yoğunlaştırmıştır. Esas olarak, Csikszentmihalyi akla dayanan tahminleri sorgulamış ve yaratıcı yöntemlerin sadece yaratıcı bireylerin zihninde oluştuğunu görmüştür. Bunun yerine, “yaratıcılığa gereken yöntemler ister kişisel ister sosyokültürel olarak tanımlansın, bireyler ve bireylerin içinde yaşadığı toplulukla ilişki içinde bulunmalıdır” önerisini gerçekleştirmiştir (Saunders ve Gero, 2001a).

Yaratıcılığın sistem yaklaşımı Csikszentmihalyi tarafından yaratıcılık sisteminin hareketli davranış modeli olarak geliştirilmiştir. Bu model, içinde ana bileşenlerin bulunduğu yaratıcı topluluğun kendi içindeki iletişimini barındırır. Csikszentmihalyi yaratıcılık sisteminin üç ana bileşenini belirler. Bunlar: ilk olarak bir birey, ikinci olarak kültürel ya da sembolik bir bileşen olan alan (domain) ve üçüncü olarak sosyal ya da etkileşimli bileşen olan etki alanı (field) vardır. Yaratıcılığın sistem görünümüne ait taslak Şekil 2.5'te gösterilmiştir.

Sistem yaklaşımına göre bireylerin rolü tanım kümesinde bulunan bilgilerin bazı dönüşümlerine sebep olmaktır. Etki alanı (field), korunmaya degecek bireyler tarafından üretilen varyasyonlar arasından seçim yapan sosyal kurumlar kümesidir. Tanım kümesi, alan tarafından seçilen fikirlerin veya biçimlerin kültür tarafında ele alındığı bir bilgi ambarıdır.

Normal döngüde, bir birey kültür tarafından sağlanan bazı bilgileri alır ve onları dönüştürür, eğer bu dönüşüm toplum tarafından değerli kabul edilirse, kültür tarafından ele alınan bilgi tanım kümesine dönüşüm ve değerlendirme döngüsü için

bir sonraki başlama noktasını sağlamak üzere dahil edilir. Csikszentmihalyi'nin bakış açısına göre, bu elemanların herhangi birinde yaratıcılık bulunamaz ancak birbirleri arasındaki temaslarda bulunabilir.



Şekil 2.5. Csikszentmihalyi'nin yaratıcılık sistemi yaklaşımı (Saunders ve Gero, 2002).

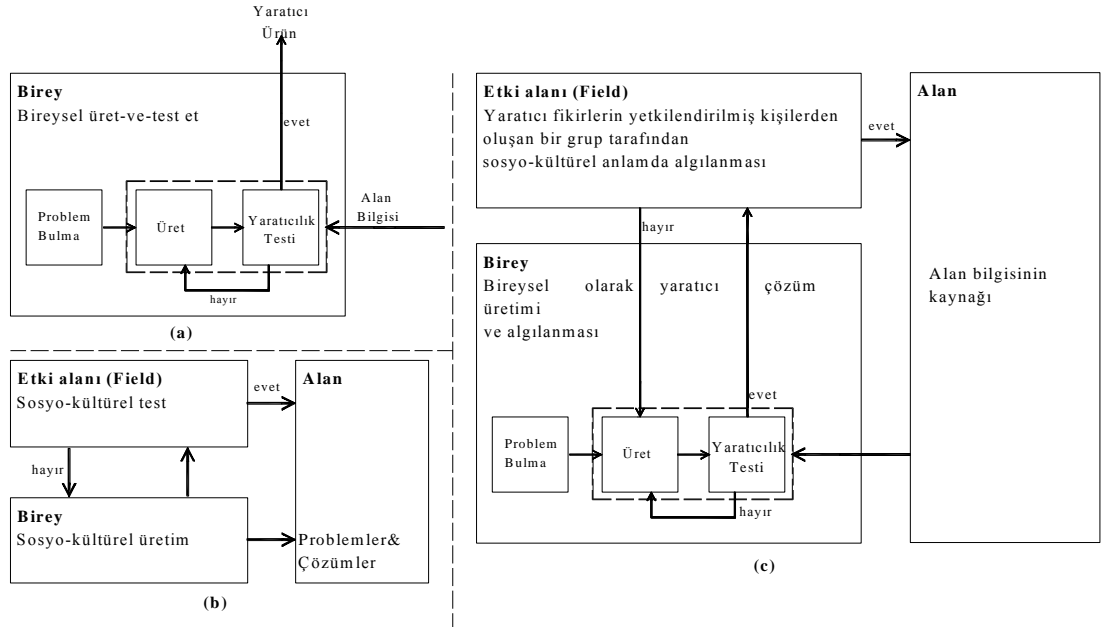
2.2.4.2. “Üret-ve-test et” Modeli

Bilgisayar destekli tasarımda yaratıcılığın birleştirilmiş modeline duyulan ihtiyacı dikkate alarak Liu (2000), yaratıcılığın sosyo kültürel ve kişisel açılardan sentezi olan birleşmiş bir model sunmuştur. Liu kişisel yaratıcılığın sosyo kültürel yaratıcılığı, yaratıcı bireylerin içsel çalışmalarla tamamlamasının varolan modellerinde daha geniş yaratıcı sistemlerin modellerinden eksikleri olduğunu fark etmiştir.

Liu, Simon'ın yaratıcı düşünme ve Csikszentmihalyi'nin sisteme bakış açısının bir sentezi olan ikili yaratıcılık “üret-ve-test et” modelini önermiştir. Adından da anlaşılacağı gibi, ikili yaratıcılık ve deneme modeli iki geliştirme ve deneme halkasını kapsar: biri bireysel seviyede diğeri ise toplumsal seviyede.

Şekil 2.6 (a)'da gösterilen bireysel seviyede ki geliştirme ve deneme halkası, yaratıcı düşünme modeli, dahil edici problem bulma, çözüm geliştirme ve yaratıcılık değerlendirmesi sağlamaktadır. Şekil 2.6 (b)'de gösterilen sosyo-kültürel geliştirme

ve deneme halkası, Csikszentmihalyi'nin yaratıcılık açılı sistemlerindeki elemanların birbirleri arasındaki temaslarını modellemekte, özellikle alanların sosyo kültürel yaratıcılık testinde oynadıkları rolü yakalamaktadır. Yaratıcılığın birleştirilmiş ikili “üret-ve-test et” modeli Şekil 2.6 (c)'de gösterilmiştir.



Şekil 2.6. Liu'nun Yaratıcı Tasarımın İkili Üret ve Test et Modeli a) Bireysel Üret ve Test et Modeli, b) Sosyo-kültürel Üret ve Test et Modeli, c) Birleştirilmiş İkili Üret ve Test et Modeli (Liu, 2000).

Liu'nun modeli yaratıcılığın kişisel ve sosyo kültürel açılarının aynı sistemde nasıl modellenebileceğini gösteren bir model oluşturabilmek için Simon'ın ve Csikszentmihalyi'nin modellerini birleştirmektedir.

Liu'nun ikili geliştirme ve deneme modeli, Csikszentmihalyi'nin sistemlerindeki modelin işlemsel terimlerle temsil edilebildiğini ve böylelikle yapay yaratıcılık için model geliştirmek için gerekli çerçeveye kullanışlı bir baz sağlandığını göstermektedir. Bunun için öncelikle yapay yaratıcılığın bilgisayar destekli modelinin bazı gereksinimleri incelenmelidir.

2.2.4.3. Yapay Yaratıcılık Modeli

Bu bölümde önerilen yapay yaratıcılık yaklaşımı, Langton'un yapay hayatın bilgisayar ortamındaki modellerini geliştirme yaklaşımına dayanmaktadır. (Saunders

ve Gero, 2002). Yapay yaratıcılığın bilgisayar ortamında oluşturulacak olan modellerinin en önemli gereksinimleri aşağıdaki gibidir :

- Model kültürel çevreye yerleştirilmiş bireyleri ifade eden ajan topluluğunu içermektedir.
- Diğer tüm ajanların hareketlerini yönetebilen bir ajan yoktur.
- Ajanlarda ya da çevrede küresel davranışa dikte edebilecek bir kural yoktur.
- Ajanlar diğer ajanlarla ürünlerin ve bunlarla ilgili değerlendirmelerin alışverişini gerçekleştirmek için temas kurarlar.
- Ajanlar çevreyle kültürel sembollere erişebilmek için temas kurar.
- Ajanlar ürünün ya da diğer ajanlar tarafından yapılanların yaratıcılığını değerlendirir (Saunders ve Gero, 2001b).

Yapay yaratıcılığın bilgisayar destekli modeline ait pek çok gereksinim, Yapay Hayatın bilgisayar ortamındaki modellenmesine ait pek çok ihtiyaca benzemektedir. Bazı detayların farklı olmasına rağmen, her iki çeşit modelleme de ajan nüfusundan oluşur ve her ikisi de küresel davranışa dikte edemeyen kurallara ve ajanlara ihtiyaç duymaktadır.

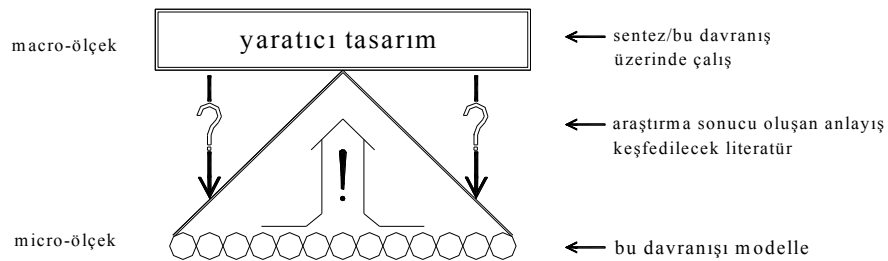
Yapay yaratıcılığın, yapay hayatın ihtiyaçları arasında bulunmayan fazladan tek bir gereksinimi sözkonusudur. Yapay yaratıcılıkta ajanlar, Liu'nun modelinde bulunan kişisel ve sosyo kültürel yaratıcılık denemelerini uygulayabilmek için ajanlar ve ürünler hakkında bağımsız değerlendirme kararları alabilmelidir.

Bu yaklaşımı göz önüne getirebilmek için, sanatçı bireylerden (ajanlardan) oluşan bir toplumun nasıl modellenebileceği düşünülebilir. Öncelikle, farklı sanat ajanları için bir davranış repertuarı tanımlanmalıdır ve bu ajanlardan çok miktarda yaratılmalıdır. Daha sonra, ajanların benzeştirilmiş kültür ortamı içindeki bazı başlangıç sosyal tavırları belirlenerek benzeştirilmiş koşma (simulated run) başlatılmalıdır. Bu aşamadan sonra, sistemin davranışı tamamen farklı ajanlar arasındaki temaslar ve ajanlarla, onların kültürel çevreleri arasındaki temaslara dayanır. Önemli olarak, hiçbir ajan tek başına, diğer tüm ajanların davranışlarını kontrol ederek yaratıcılığın

tanımını zorlamayacaktır. Buna ek olarak, ajanlar arasında ya da çevrede yaratıcılığın küresel davranışını tanımlayacak hiçbir kural olmayacaktır. Toplum tarafından kimin ve neyin yaratıcı olduğu hakkındaki sanı, bireysel ajanların elinde bulunan yaratıcılığın birden fazla sanısından ortaya çıkacaktır (Saunders ve Gero, 2001c).

Yapay yaratıcılığın ihtiyaçları ajan toplumunun olağan üstü yönlerinin, insan toplumundaki yaratıcılığın uyumuyla birlikte ortaya çıkması için tasarlanmıştır. “Ortaya çıkma (emergence)”, aşağı seviyelerin temaslarından belli bir seviyede yükselen olağan üstü durumları içeren yapay yaratıcı sistemlerde önemli bir özelliktir. Fiziksel sistemlerde, sıcaklık ve basınç ortaya çıkan olağanüstü durumlara örnektir. Sıcaklık ve basınç büyük miktarda molekülün, molekül seviyesindeki temaslarına dayanan önemli özellikleridir. Bireysel bir molekül, sıcaklığa ya da basınca sebep olamaz; bunlar ancak birçok molekülün bir araya getirilmesi sonucunda ortaya çıkan özelliklerdir. Yapay Hayatta, kararlı numuneler hücrel otomatiklik içersindedir ve taklit edilmiş kuşların sürü davranışı, ortaya çıkan olağan üstü durumlara bir örnek olarak gösterilebilir.

Yapay yaratıcılıkta, kimin ve neyin yaratıcı olduğuna ait sosyo kültürel değerlendirmeler ortaya çıkan olağan üstü durumlardır; hiçbir birey neyin ve kimin yaratıcı olduğuna dair toplu değerlendirmelere dikte edemez, onlar sadece kendi ürünlerini ve kendi kişisel değerlendirmelerini ortaya koyarak diğer bireyleri etkilemeye çalışabilirler. Bireylerin mikro seviyedeki temasları sonucunda ortaya çıkan makro seviye yaratıcılık Şekil 3.7’ de gösterilmiştir.



Şekil 2.7. Bireylerin davranışlarını modelleyerek sosyal çevre seviyesinde yaratıcı davranışın ‘ortaya çıkma’sı üzerine davranış-tabanlı bir yaklaşım. (Gero ve Sosa, 2002)

Bu bölümde yapay yaratıcılığın bilgisayar destekli modellerini geliştirmek için bir çerçeve sunulmaktadır. Bu çerçeve Liu’nun ikili geliştirme ve deneme modelinin,

yukarıda sıralanan yapay yaratıcılık ihtiyaçlarını karşılayabilmek için adapte edilmesiyle oluşturulmaktadır (Saunders ve Gero, 2002).

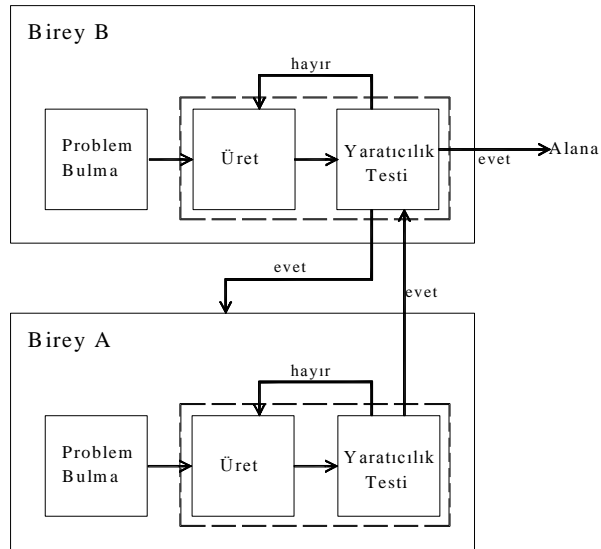
Liu'nun modelinin yapay yaratıcılığın bilgisayar destekli modellerini geliştirmek üzere dikkat edilmesi gereken kritik bakış açısı, sosyo-kültürel yaratıcılık denemesinin tanımıdır. Liu'nun modelinin kelimesi kelimesine uygulanması sosyo kültürel yaratıcılık denemesini modelleyecek bağımsız bir süreç üretecektir. Colton benzer bir sosyo kültürel yaratıcılık testini değişik araştırma yöntemleri kullanarak matematiksel olasılıklar uzamını araştıran ajanların işbirliğine bağlı olarak yaratıcılıktaki artışı takdir etmek için uygulamıştır (Saunders ve Gero, 2001b, 2001a). Ancak, sadece tek bir fonksiyonu ya da ajanı uygulayarak, bir sosyo-kültürel yaratıcılık denemesi yapılamaz. Hiçbir kural ya da ajan küresel davranışa dikte edemediği gibi önceden belirlenmiş herhangi bir yapay yaratıcılık ihtiyacından herhangi bir tanesine de zarar veremez.

Liu bu fonksiyonun detaylarına inmemektedir ancak onun, bu fonksiyonu bilgisayar ortamında modelleme yaklaşımının dışında bir bölüm olarak gördüğü ve insan toplumuyla temas halinde bir biçimde uygulanabilecek olduğunu varsaydığı anlaşılmaktadır. Pek çok bilgisayar destekli model, başka bilgisayar destekli modellerdeki yeni fikirlerinin sınırlandırılmış gelişimine konsantre olarak ve kullanıcıların fikirlerinin yaratıcılık değerlendirmelerine dayanarak bu bakış açısının güçlenmesini ilerletmiştir.

Yaratıcı toplumların davranışlarını bilgisayar ortamında modelleyebilmek için, sosyo-kültürel yaratıcılık testini yapay yaratıcılık gereksinimlerine zarar vermeden tanımlamak gerekmektedir. Bu problemi çözmek için anahtar, her bireyin içindeki kişisel yaratıcılığın, yaratıcılık için sosyo-kültürel denemeyi geliştirmek için kullanılabilirliğinin farkına varmaktır. Sosyo-kültürel yaratıcılık denemesi ürünlerin ve bireyler arasındaki kişisel yaratıcılık denemelerinin değerlendirilmelerinin iletişim kurmasına izin vererek modellenebilir. İki bireyin yaratıcılık değerlendirmeleri Şekil 2.8'de gösterilmiştir.

Şekil 2.8' de gösterilen temasta, A Ajanı, yaratıcı olduğunu varsaydığı ürün ile iletişim kurar, örneğin bu Ajan B'ye kişisel yaratıcılık testini aktarır. Ajan B ürünü kendi kişisel yaratıcılık denemesine göre değerlendirir ve bu değerlendirmeyi Ajan

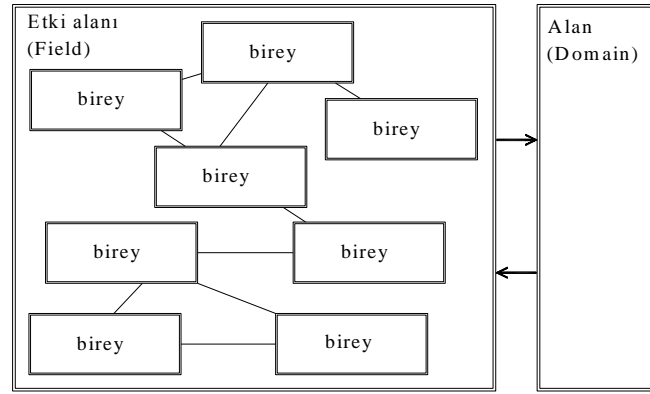
A'ya geri gönderir. Bu yolla, Ajan B, Ajan A, kendi tarafından yaratıcı bulunan ürünleri ürettiği zaman, Ajan A'yı ödüllendirerek, ürünlerin gelecek neslini etkileyebilir. Daha incelikle, Ajan A iletişim kurduğu ürünlerin yeniliğini düşürmekle Ajan B'nin yaratıcılık sanısında bir değişime yol açar, yaratıcılığın değerlendirmesi yeniliğin değerlendirmesini de içerdiği için Ajan A, Ajan B'nin kişisel yaratıcılığını, kendi yaratıcılığı olduğunu varsaydığı ürünlerle karşılaştırarak etkileyebilir. Ajan A, Ajan B tarafından yapılan yaratıcılık değerlendirmesini, Ajan B'yi Ajan A'nın yaratıcı bulduğu ürünlerin yeni ve henüz anlaşılabilir olması nedeniyle karşılaştırarak değiştirebilir. Yaratıcılığın ajan merkezli değerlendirmeleri, yaratıcılığın pek çok bireysel değerlendirmesinin toplandığı fonksiyon olarak sosyo-kültürel tanımlamanın ortaya çıkmasına izin vermektedir.



Şekil 2.8 Bireyler arasındaki değerlendirmelerin etkileşimi ve bunun bireysel Üret ve Test et döngüsüne entegrasyonu (Saunders ve Gero, 2002).

Topluluğun ilgi çekici ajan merkezli değerlendirmeleri olmaksaydı, ajanlar basitçe aynı tasarım uzamını paralel olarak araştırırlardı. Sosyo-kültürel yaratıcılık denemesini, bireysel yaratıcılık denemelerinin toplu bir fonksiyonu olarak nitelemek için bir iletişim politikasına ihtiyaç vardır. Basit bir iletişim politikası, ajanların bir ürünle, o ürünün değerlendirmesinin bazı sabit formların dışına çıkması içindir. Daha karmaşık iletişim politikaları, ne zaman iletişim kurulması ve kiminle iletişim kurulması hakkında daha fazla stratejik bilgi için uygun olabilir.

Alanı, bireylerin topluluğu olarak nitelerek için, bireylere belli bir alan dahilinde temas politikasına göre, etki alanıyla temas kurma yetisi verilmiş olmalıdır. Basit bir etki alanı tanıma politikası yukarıdaki iletişim politikasını takip eder ve eğer kişisel yaratıcılık değerlendirmesi etki alanı temas girişinden büyükse ajanların geliştirme sürecinde ürünler eklemesine izin verir. Bu yaklaşım Şekil 2.8’ de gösterilmiştir. Ancak, etki alanına ürünlerin eklenmesinden önce, belli bir seviyede sosyal anlaşma sağlamak için hiçbir bireyin etki alanına kendi ürününü yerleştiremeyeceği biraz daha karmaşık olan bir temas politikası esas alınmalıdır. Böylece, alana kendi ürünü yerleştirilmeden önce en azından bir başka ajanın, bireyin ürününü yaratıcı bulması gerekmektedir. Liu’nun ikili geliştirme ve denemesine bu tavsiyeleri yapmak, Şekil 2.9’ da gösterilen sosyokültürel yaratıcılık modeline ulaşılmasını sağlamaktadır.



Şekil 2.9. Sosyo-kültürel Yaratıcılığın Yapay Yaratıcılık Modeli (Saunders ve Gero, 2002).

2.3. Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım

Bilgisayar ortamında tasarım öncelikle mekanik, inşaat, elektronik, kimya ve endüstriyel tasarımın çeşitli bölümlerinde giderek genişleyen bir kullanım alanı bulmuştur. Mimarlığın uygulama alanı içinde ilk bilgisayar destekli tasarım uygulamaları ise bu disiplinlerden sonra gelmiştir. Çünkü erken dönemlerde mimarlar arasında bu fikre sıcak bakılmıyor, bilgisayar teknolojisinin gücü önemsenmiyor ve o dönemlerde oldukça pahalı olan bilgisayar destekli tasarım sistemleri mimarlık uygulayıcıları tarafından ekonomik sayılmıyordu.

Bilgisayar teknolojisinin mimarlığın uygulama alanına girişi diğer disiplinlerden sonra gerçekleşmiştir ama bilgisayarların, mimari tasarım süreçlerini aktif biçimde

destekleyebileceği düşüncesi, en az 20 yıldır mimarlığın akademik çevrelerinde mevcut olan bir görüştür. Yine de ne yazık ki, bu bağlamda günümüze değin varılan nokta, umut edilenin çok az yakınına ulaşabilmiştir. Bilgisayarın kapasitelerindeki her başarılı gelişim, ve sembolik süreçleme için oluşturulan her yeni paradigma bir diğerinin habercisi olmuştur. Bu süreçte bilgisayar destekli mimari tasarımın gelişimiyle ilgili temel birkaç aşama tanımlanabilir (Coyne ve Subrahmanian, 1993).

Erken dönemde; CAD araçları, üretimin makinalaştırılmasındaki rolleri açısından kısıtlıydı. Daha sonraları; tasarım gramerleri, mantık ve üretken sistemleri kullanan çok daha karmaşık modelleme ve analiz araç ya da sistemleri geliştirildi. Bunlar; matematiksel formalizm, yapay zeka ve bilgi tabanlı sistemlerin bilgisayarlarca, tasarıma problem çözme biçiminde uygulanması çalışmaları olarak tanımlanabilir. Fakat bu kapasiteler önemli olmalarına karşın, sadece rutin ve tekrarsal tasarıma yol açmakta, daha mühim olan karmaşık tasarım süreçlerini desteklememekteydi. Zamanla; tasarım sürecinin başka tür problem çözmelerden farklı olarak tek, benzersiz ve önemli birtakım durumları içerdiği anlaşıldı. Mevcut tasarım araştırmaları için umut edilen gündem ise, tasarım süreçlerinin gerekliliklerine dair daha net bir anlayış sağlayıp, bu anlayışı bilgi tabanlı sistemler ya da nesne-yönelimli (object-oriented) modelleme sistemleri gibi daha karmaşık bilgisayar teknolojileri ile birleştirmektir.

Bu çalışmanın ilgi alanını oluşturan bilgisayar destekli mimari tasarıma dair güncel yaklaşım ve gelecekteki araştırmalara yön verecek kavramsal modelleri incelemeye başlamadan önce mimari tasarımda bilgisayar kullanımının günümüze değin ulaşan gelişim sürecini hatırlamak faydalı olacaktır.

2.3.1. Bilgisayar Destekli Mimari Tasarımın Tarihçesi

Bilgisayar destekli tasarıma ilişkin ilk makaleler 1961 ve 1962 yıllarında yayımlanmıştır. Bu makaleler plan ve çeşitli çizimleri üretmeye yarayan programları ele alıp inceleyen çalışmalardır. Mimari çizim paketleri olarak değerlendirebileceğimiz bu yaklaşımlarda amaç, bir binayı ya da bir planı grafiksel bir obje olarak tanımlamaktır. Bilgisayar destekli çizim programları ilk olarak 1967 yılında Avustralya'da öğretilmeye başlanmıştır. 1970'lerin sonlarına doğru mimarlar yazılım geliştirmenin bir parçası olmaya başlamışlar ve tüm dünyada büyük mimari

ofislerce bir dizi program kullanılmaya başlanmıştır. 1980'lerin başında programlar tasarıma destek verecek umut verici niteliklere sahip idiler. Ayrıca bu konudaki araştırma ve geliştirmeye yönelik ilgi de gün geçtikçe artmaktaydı.

Bilgisayar destekli tasarım, tasarımdaki bilişim teknolojisinin hemen hemen tüm özelliklerini içeren geniş çaplı bir konsepttir. Bu konudaki araştırmalar, uzun bir bilimsel çalışma içinde yer alan geleneksel bir sistem teorisine sahip değildir. Zaten, bilgisayar destekli tasarım gibi yeni bir alandan bahsederken böyle bir durum yadırganmamalıdır. Ayrıca bilişim teknolojisinin gelişimi tasarım araştırmaları alanında uzun yıllardır ortaya konan çalışmalarla kıyaslandığında çok kısa bir geçmişe dayandığı için, her iki yaklaşımı birleştiren nitelikte durağan bir araştırma geleneği yaratmak oldukça güçtür. Bilgisayar destekli tasarım alanında ortaya konmuş olan referans çalışmalar genellikle yazarların pratik deneyimleri üzerine kurulmuştur. Bu çalışmaların güvenilirliği ve gerekliliği henüz bilimsel olarak kanıtlanmamıştır ve bu nedenle bilimsel bir değere sahip değildirler ama bu referanslar, tasarım alanındaki uzmanların deneyimleri ve gözlemleridir.

Tasarım biliminin Avustralyalı profesörü John Gero tasarım teorileri ve bilgisayar destekli tasarım araştırmaları alanında oldukça aktif ve üretken fikirler ortaya koymuştur. Gero ve Maher'e (1992) göre bilgisayarla tasarım, tasarımcının karmaşık tasarımları analiz etmesine ve dokümantasyonuna imkan veren bilgisayar uygulamalarının bir alt kümesi niteliğindedir. Bilgisayarla tasarım, araştırmaların sonuçlarının daha kapsamlı bilgisayar programlarına, tasarımları algılamaya ve tasarımın bilgisayarla desteklenmesine olanak veren bir araştırma alanıdır. Gero ve Maher bilgisayarla tasarım araştırmalarında üç örnek yöntem tanımlanmıştır. Bu yararlı ve gelişmiş sonuçlara varan bilimsel metotlar; "*deneysel tabanlı araştırma*"- kavramsal modeller, "*aksiyom tabanlı araştırma*"-bilgisayar modelleri ve "*tahmin tabanlı araştırma*"dır, ki bu kavramsal süreçli analogiye sahip tahminlere ve bilgisayar sürecine sahip analogi üzerine kurulu varsayımlara bölünmüştür. (Gero ve Maher, 1992)

Deneysel tabanlı araştırma tasarımın kavramsal modelleriyle sonuçlanan, tasarımcıların deneysel çalışmalarının gelişimini içerir (örneğin; tasarım sonuçlarının doğrudan gözlemlenmesi, tasarımcıların kabullerinin analiz çalışmaları ile bireylerin ve işbirliği içindeki tasarımcıların protokol araştırmaları.) ***Aksiyom tabanlı araştırma***

bir takım aksiyomların tanımlanmasını ve tasarımın mantık tabanlı bilgisayar modellerini kullanan dizisini içerir. Örneğin; aksiyomatik mantık tabanlı biçim temsili, eğrisel sınırlı ya da eğrisel sınırlara sahip olmayan karmaşık şekillerin tanıtımına ve karmaşık şekillerin mantıklı anlatımlarla tanıtılmasına imkan verir. **Tahmin tabanlı araştırma** ise, kavramsal ve bilgisayara dayanan süreç arasındaki analogiyi içerir, ki bu araştırma; tasarımdaki kavramsal modele (durum tabanlı tasarım) (örnekler üzerine kurulu, multimedya tanıtımlarını içeren durumların sunumu), tasarım prototiplerine (bilginin kuvvetlendirilmesi), grafiksel gerekliliğe (çizimdeki şekillerin, nesnelerin semantik ve stilinin gerekliliği), analogi tasarımlarına (kesin, baskın analogiler arasındaki) ve tasarımdaki kaliteli çıkarsamaya (kaliteli temsil ve nedenli biçimler ve uzamlar) olanak sağlar. Bilgisayar destekli tasarımın kısa ve değişen geçmişine bağlı olarak, Gero ve Maher bir soruyu akıllara getirmişlerdir. Bu da; “bilgisayarlı tasarım araştırmaları hangi yönlerde gelişmeye açıktır?” Deneysel tabanlı araştırma daha çok sonuç ortaya koyarken, bireylere tasarımlarını daha iyi anlama fırsatı sağlar. Bu bilgiler, tasarımcılarla bilişim teknolojisinin yüz yüze geldiği ve daha önemlisi bilgisayar destekli tasarım için yeni varsayımlar üreten karşılaştırmalara sahiptir, ki bu araştırmalar, tasarımcılara daha yararlı araçları kullanmanın zeminini hazırlarlar. Benzer olarak diğer yaklaşımlar tasarımda kavramaya yönelikken, yeni araçların temelini de oluşturabilirler.

2.3.2. Bilgisayar Destekli Tasarımda Kavramsal Modelleme

Kavramsal modelleme, orijinini insansal problem çözme sisteminin bilgi işleme teorilerinden almaktadır (Coyne ve Subrahmanian, 1993). Süreci modelleme yaklaşımı, biliş bilimin temelini teşkil eden objektiftir. Protokol analizi vb. gibi, biliş bilimin yöntemlerinin kullanımı, mühendislik tasarımında yeni bir yöntemdir. Yazılım tasarımı (software design) da protokol analizini kullanan diğer bir disiplin olmuştur. Makina ve inşaat mühendisliğindeki ilk kullanımları ise çok daha yakın zamanlara rastlar. Mimarlar ise, bu kullanım olasılıklarını ilk keşfedenler olmuştur.

Aşağıdakiler, insansal problem çözme sisteminin bilgi işleme teorisi bağlamında, kavramsal modellerin temelini teşkil eden ana yapısal özelliklerdir (Coyne ve Subrahmanian, 1993):

1. Bir bilgi işlemcisinin yapısı; kısa dönem belleği, uzun dönem belleği ve sembolleri yönetecek bir işlemci içerir. Kısa dönem belleği (short-term memory) ile uzun dönem belleği (long-term memory) arasında bilgi transferine set oluşturacak bir darboğaz (bottleneck) mevcuttur.
2. Tasarım problemi çözme ortamı; bir tasarım problemleri uzayı, tasarım ortamı ve bir bilgi işlemcisi (insan) ihtiva eder.
3. Tasarım işi, makul zaman kısıtlamaları ve limitli kaynaklar dahilinde çözülebilir olmalıdır.

Tanımlanan tasarım ortamındaki detay seviyesi, her çalışma için değişebilir bir niteliktedir, bu da önerilen modellerin içerdiği detay yapısındaki farklılıklara sebep olmaktadır.

Tasarım işi, hasta tanımlı (ill-structured) problemlerin ilk örneklerindedir. Burada; problemin büyük bir bölümü, olası çözümlerin etkilenmesine sebep olacak kesin kısıtlamaların ya da gerekliliklerin keşfedilmesiyle ilgili gibi görünmektedir. Tasarımın bu keşfedici ilerleyişi, Simon'ın hasta tanımlı problemlerin doğası üzerine ortaya koyduğu gözlemlerinin aşağıdaki tanımı biçiminde Rychener tarafından ifade edilmiştir (Coyne ve Subrahmanian, 1993):

“Mimarlar (tasarımcılar)ın, tasarımlarındaki birçok bilgi parçasının önem derecesini; ancak bunların, çözümün detayları üzerinde çalışırken uygulanabilir olup olmadıklarını gördüklerinde, formüle edebildikleri gözlenmiştir. Tasarımcılar hiçbir zaman tatmin edici tasarıma ulaştıracak kriterlerin bir listesini oluşturarak tasarıma başlamamaktadırlar. Bu nedenle en iyi çözümü araştırmak aynı zamanda, çözümü değerlendirmeyi sağlayacak uygun bilgiyi de araştırmak anlamına gelmektedir.”

Tasarım sürecinin keşfedici karakterizasyonunu destekleyen bilimsel çalışmalar sonucu ortaya çıkan, tasarımın kavramsal süreci hakkındaki sonuçlar şunlardır (Coyne ve Subrahmanian, 1993).

1. Tasarım aktivitesi üç kategoriye ayrılır: üretim, değerlendirme (yorum) ve tamamlama. Bunlar ise tasarım sürecine iki yolla nüfuz ederler. En geçerli olanı; kısmi çözümlerin üretimi, olası çözümlerin (kısmi veya genel) değerlendirilmesi ve çözümlerdeki eksikliklerin tamamlanmasıdır.

2. Tasarım sürecinin insan tasarımcı tarafından kontrolü dinamik ve esnek, algoritmalar şeklinde kolaylıkla karakterize edilebilir nitelikte değildir.
3. İnsan tasarımcı, problem objektiflerini elde etmek için çok çeşitli sembol yapıları kullanmakta ve dışsal hafıza desteği almaktadır.
4. Günümüzde mevcut herhangi bir formal çıkarım kuramı olmamasına karşın, insan tasarım sürecinde çıkarım hiyerarşileri yoğunlukla kullanılmaktadır.
5. Problemin yeniden yapılandırılması rutin olmayan tasarım süreçlerinde ortaya çıkmakta, problemi yapılandırma ile problemi çözme işleri birbirinden bağımsız olamamaktadır. Dahası tasarımda zaman, problemi çözmeden çok onu yapılandırmada harcanmaktadır.

İnsan tasarım sürecinin doğasına ilişkin olan bu sonuçlar; insansal tasarımın yapısını bilgisayar modellerinin ortaya koyduğu tasarım süreçlerinin yapısıyla karşılaştırmak için bir temel olarak kullanılabilir. Fakat daha önce, tasarım sürecine dair bu karakterizasyonun, insan tasarımcının güçlü ve zayıf olduğu noktaları nasıl yansıttığı incelenmelidir:

İnsan tasarımcının davranışlarına ilişkin aşağıdaki kısıtlamalar, insan bilgi işlemcisinin yapısının yüklediği kavramsal limitlerin doğal bir sonucudur (Coyne ve Subrahmanian, 1993).

1. İnsan tasarımcı, gerekli ve yararlı olan tasarım bilgisinin hafızadan geri çağırımı konusunda yetersiz olduğundan, çoğunlukla tasarım problemleri uzamının karmaşıklığını uygun biçimde anlayıp yönetebilmede başarısızlığa uğramaktadır. Bu başarısızlık, kısa dönem hafızası ile uzun dönem hafızası arasındaki bilgi transferindeki kısıtlamalardan kaynaklanmaktadır. Bu kısıtlamaların üstesinden gelebilmek için ise tasarımcı kimi zaman dışsal hafıza yardımı kullanmaktadır.
2. İnsan tasarımcılar, ortaya konulan ilk çözümün uygulanabilir hale gelmesi için çalışma eğilimi göstermektedirler. Tek olarak çalışan tasarımcılara dair protokol analizlerinde, insan tasarımcının üretim sürecinin nasıl ilerlediğini görmek olası değildir.

İnsan tasarımcının tasarımıdaki bu kısıtlamalarını aşmada, dışsal hafıza destekleri yardımcı olabilmekle birlikte, kompleks bir tasarım sürecinde gerekli olan muhasebenin doğurduğu birçok problemin üstesinden gelememektedir. Bu başarısızlığın, tasarım problemleri uzayının keşfini sınırlayan hatta problemin yapısının belirgin olduğu durumlarda çözüm uzayının araştırılmasını kısıtlayan keskin etkileri vardır.

İnsan tasarımcı bu kısıtlamaları; çıkarım mekanizmaları, hüristikler, analogiler ve alternatif formülasyonlar yaratmada kullanılacak metaforlar gibi kavramsal araçlar kullanarak aşabilir. Bu tip kavramsal araçların ustaca kullanımı, insan tasarım pratiğindeki uzmanlık ve yaratıcılık olarak tanımlanan bileşenlerle birleştirilmektedir. Bu nedenle, tanımsal bir bakışla insan tasarımcılar, daha iyiye ulaşmak için ortaya koyacakları ‘yaratıcı’ süreçleri, kavramsal sınırlamalara rağmen değil onlar nedeniyle gerçekleştirebilmektedirler. Bu noktayı vurgulamak için Alan Turing, beynin en tipik özelliklerinden birinin analogiler kurarak düşünmek olduğunu öne süren bir meslektaşına şöyle söylüyor (Coyne ve Subrahmanian, 1993).

“ ‘Analogiler kurarak düşünme’ konusunda sana büyük ölçüde katılıyorum, fakat beynin kendi sınırlamaları tarafından zorlanarak analogiler elde etmesi kadar yoğun biçimde ‘analoji araştırması’ yaptığını düşünmüyorum.”

Bu nedenle, daha önce bahsedilen herhangi bir kavramsal araca karşılık gelen bir ‘yaratıcı’ sürecin kullanımı; yaratıcı bir sonucun üretilmesi için gerekli ya da uygun koşul veya ortam olmayabilir.

Bilgisayar teknolojilerinin ortaya çıkışı ve hızlı gelişimi, bunların tasarım sürecini geliştirip dönüştürebilecek devrimsel araçlar olabileceği gibi bir yaygın inanış doğurmuştur. Oysa bilgisayarların gücünün ve beraberinde getirdikleri kısıtlamaların anlaşılması, ve bunlara bağlı olarak yaratılacak etkili bilgisayarlı tasarım ortamlarının geliştirilmesi aynı ölçüde hızlı gerçekleşmemiştir. Sembol işlemcileri olarak, bilgi işleme hızları ve oldukça geniş olan bellek kapasiteleri bilgisayarların en önemli özellikleridir. İlk bakışta o kadar belirgin olmamakla beraber yavaş yavaş, tasarım performansında bilgisayarların en önemli kısıtlamalarının; onların, yorumlama ve seçebilme kapasiteleri ile ‘sağduyu’ bilgisinden yoksun olmaları olduğu anlaşılmıştır. Bu genişletici ve keskin bilgi olmaksızın bilgisayarların, insan

tasarımcının anahtar kabiliyetlerinden olduğu söylenebilecek çıkarsama, analogi vb. mekanizmalara benzer stratejiler ortaya koyması oldukça zor görünmektedir. Diğer yandan, bilgisayar destekli tasarımın asıl başarısı, süreci göz önüne almaksızın üstün tasarımı yaratmak olduğundan, bilgisayarların insan tasarımcıyı taklit etmesi beklentisi hatalı olabilir. Daha iyi tasarımlar oluşturmak için insan tasarımcının eksik kaldığı noktalarda onu tamamlayıcı nitelikte, bilgisayarın kendi kapasitelerini kullanmasına dayanan tamamen yeni bir süreç oluşturulabilir. Şüphesiz ki daha önce belirtilen sebepler ve bilgisayarların tasarımcı olup olamayacağına dair araştırmaların henüz başlangıç evresinin yaşanması dolayısıyla, günümüze değin az sayıda bilgisayar destekli tasarım modeli ortaya çıkabilmiştir.

Tasarımların geometriksel bir bakış açısıyla detaylandırılmalarında kullanılan erken dönem CAD Sistemleri, yalnızca kesin ve ilkel olan bilgisayar tasarım modellerine dayanmaktaydı. Bunu izleyen süreçte, bu tasarım modellerine algoritmik ve hüristik yöntemleri entegre etmeye yönelik birçok deneme ortaya konmuştur. Örneğin; otomatik tasarım modelleri tasarıma “tümdengimsel” bir rafine etme modeli ile ulaşmıştır. Bu yaklaşımda, ‘tasarım problemi’ iyi tanımlanmış bir problem olarak tanımlanmıştır ve bilgisayar sistemi; tasarımdaki karmaşıklığı, ayrışmada her alt problem için uygun olabilecek bir dizi alternatif içinden çözümleri sentez ederek yönetmektedir. Böyle bir yaklaşım, ve kısıtlamaların kullanımı, çok daha açık ve net tasarım sistemi modellerinin ortaya çıkmasını sağlamıştır.

Günümüzde tasarım araştırmaları yapay zeka teknolojilerinin, özellikle de bilgi tabanlı sistemlerin kullanımına doğru yönlenmiştir. Bu sistemler, bilginin yapılandırılması sürecinden sonra, bilgisayara belli bir tasarım uzmanlığı ve yorumlama gücü vermede başarıya ulaşmıştır. Yine de bu sistemler, problem çözmede ‘uzman sistem’ yaklaşımına getirilen genel kritiklerden olan katılık ve kırılganlık sınırlamaları konusunda hala zayıftırlar. Buna karşın, prensipte başka bir bilgi elde etme ve bunları yorumlayarak arıtma yöntemi her zaman oluşturulabilir; fakat bu genel olarak, en minimal düzeyde bir karmaşıklığa sahip olan bir tasarım süreci için dahi istenen seviyede olgunlaşmış somut bir model olarak henüz ortaya konmuş değildir. Bu sistemlere biraz esneklik ve geniş bir etkinlik vermek için; belirli seviyelerde çıkarsama ve kontrol mekanizması anlamında katmanlaşmış bir

bilgi temeli vermek şeklinde değişik stratejiler geliştirilmiştir (Coyne ve Subrahmanian, 1993).

Bu tip bir yapılandırma ile, bilgisayar sistemi daha az primitif ve çok daha sofistike bir biçimde çalışabilmektedir; fakat açıkçası henüz tamamlanmadığı için, bu sistemler biraz da umuda dayanmaktadır, ve çıkarsama stratejilerine ve bilgiye eşdeğer olan, alandan bağımsız bilgi-seviyelerinin keşfedilmesi gerekmektedir.

Son zamanlarda gerçekleştirilen bazı tasarım araştırmaları, daha birincil amaçlar olarak esneklik ve yenilikçiliğe odaklanan bilgisayar tekniklerini modelleme ile bağlantılıdır. Daha önceden tanımlanmış çözüm uzamı ve bilgi tabanının kısıtlamalarının üstesinden gelmek için, bazı araştırmacılar alternatif formülasyonlar ve çözüm dizileri üretecek mekanizmalar üzerinde çalışmaktadırlar. Bu çalışmalar, ‘yaratıcı’ bir tasarım için gerekli olan; analogi kurma, prototip dönüşümü ve dönüşüm operatörleri (Gero ve diğ., 1985) bileşenlerini içemektedir. Bu öneriler, tasarım ve yaratıcılık problemine; analogi gibi kavramsal tasarım araçlarını kullanacak bilgisayar tekniklerini tanımlama ve modelleme şeklinde yaklaşmaktadır. Bu genellemeler üzerine, yaratıcı tasarımın bilgisayar teorileri ‘tümevarımsal’ olarak ortaya çıkacak gibi görünmektedir.

Analoji, metafor ve diğer öğrenme tekniklerinin bilgisayar modelleri, tasarımcıya alternatif problem formülasyonları ile yardımcı olmaktadır. Çözüm dizileri üreten her mekanizma, dizi dışından yararlı olabilecek örnekler seçebilme kabiliyetine sahip olmalıdır; bu seçme mekanizması ise performans kriterlerine bağlıdır. Bu yaklaşım, Kalagnanam ve Subrahmanian tarafından gerçekleştirilmiş deneysel bir çalışmada gözlenmiş ve Doyle tarafından, alandan bağımsız öğrenme tekniklerinin kritiği içinde ifade edilmiştir (Coyne ve Subrahmanian, 1993). Doyle, alandan bağımsız öğrenme yöntemlerinin, rasyonel objektiflerden yoksun olduğunu, dolayısıyla da faydalı olmayan genellemeler yarattığını savunmuştur. Bu nokta, Simon’ın karmaşıklığın mimarlığı ile ilgili makalesinde analogiler için şöyle tanımlanmıştır:

“Metafor ve analogiler yararlı olabilir ya da yanlış bir yola da götürüyor olabilirler. Bu tamamen, metaforun yakaladığı benzerliklerin anlamlı ve belirgin ya da yüzeysel olmasına bağlıdır.”

Anlamalı ve belirgin olanın yüzeysel olandan ayrımı, çözülecek problemin gereksinimlerine karşılık gelen yorumlama kriterlerine bağlıdır. Bu nedenle, yenilikçi ve yaratıcı tasarıma getirilecek üretken bir yaklaşım hala insanın bir yerden sürece dahil olması ihtiyacını duymaktadır. Her ne kadar insanın yorumlama kabiliyetinin sisteme entegrasyonu ve davranışsal tasarım bilgisine ihtiyaç duyulsa da, bu yaklaşımlar insan tasarımcının ve bilgisayarın sistemdeki rollerini tam olarak henüz tanımlayamamıştır. Ayrıca bu teknikleri tam bir tasarım sürecine entegre etmek anlamında geniş bir perspektif ihtiyacı duyulmaktadır.

Tasarımı anlamaya ve desteklemeye yönelik, tasarımın keşfedici bir süreç olduğunu ve bilgisayarın rolünün de tasarımcıya yardım etmek olduğunu savunan dikkat çekici bir takım yaklaşımlar mevcuttur (Coyne ve Subrahmanian, 1993).

Flemming kural-tabanlı bilgisayar sistemlerini tanımlarken şöyle bir ifade kullanmıştır: “Çok iyi anlaşılmamış tasarım problemlerinde; kural-tabanlı sistemler, anlayışımızı derinleştirecek bu yüzden de düzenlemelerin, genellemelerin ve henüz ortada olmayan teorilerin oluşmasına yol gösterebilir.”

Smithers’in modeli ise kural-tabanlı sistemlerin ötesine geçip, tasarım teorilerini anlamak ve formüle etmek için prototeori (keşfedici tasarım) ye dayanan tasarım sistemleri önermektedir.

Fakat bunun, araştırmacıların da belirttiği gibi çok geniş bir kaynak ve zaman gerektirmesi gibi potansiyel bir dezavantajı vardır. Faydalı seviyede söz konusu olacak akıllı bir destek, otomatik tasarım yaklaşımlarının gerektirdiğinden çok daha fazla kapasite içermektedir.

İkinci nokta; Doyle’un ortaya koyduğu gibi , usta yapılandırılmasına karşılık olarak çıraklık sistemini anlama yaklaşımını vurgulamaktadır (Coyne ve Subrahmanian, 1993). Doyle, uzman ve bilgi tabanlı sistemleri; çıraklık süreci gibi bir modele sahip olmayan dolayısıyla da etkin bir uzman gibi davranan fakat gelişmek ve öğrenmek için herhangi bir yapısı ya da içeriği olmayan bir usta olarak nitelendirmektedir. Bu nedenle bunlar, sahip oldukları bilgiyi deneyimler sonucu daha çok bilgiye ve uzmanlığa dönüştüremediği gibi, yine benzer nedenlerden dolayı esnek ve yenilikçi bir şekilde hareket edememektedir. Her ne kadar Doyle’un önerdiği bilgisayarsız bir çıraklık süreci anlayışı olsa da, bilgisayarlar çıraklık sürecini anlamada önemli roller

oynayabilirler. Bu hedefe ulaşmak için, bilgisayarların gözlemleme, genelleme ve alansal problem çözme teorileriyle ilgili deneyim elde edebilme kabiliyetleri ile donatılması gerekmektedir. Çıraklık yapısını bilgisayara entegre etme sürecini, insan ve bilgisayar arasındaki işbölümünün devamlı olarak yenilediği simbiyotik bir insan-makine sistemi elde etme şeklinde düşünebiliriz. Bu yüzden insanın da bilgisayarın da tasarım sürecinde oynayacağı rol kesin biçimde tanımlanmamıştır, fakat bu roller bilgisayarların bilgi ve kapasitece gelişmesiyle kademeli olarak değişebilecektir. Bu insan-bilgisayar entegre tasarım ortamları, deneyimler doğrultusunda gelişimine yavaş yavaş devam edecek olan keşfedici ortamlar olarak değerlendirilmelidir. Bu gelişim günümüzde konu ile ilgili çalışmaları, yapay zeka teknolojisi kullanılarak bilgisayara öğrenme ve çıkarsama yetisi kazandırabilme çabasını hedefleyen evrimsel tasarım yaklaşımlarına doğru yöneltmiştir.

3. BİLGİ TABANLI MİMARİ TASARIM

Geçtiğimiz on yıl içerisinde, yapay zeka teknolojilerinin gelişimine bağlı olarak, bilgisayar destekli tasarım çalışmalarına yönelik yeni bir eğilim oluşmuştur. Tasarım alanında uygulanabilirliği düşünüldüğünde, bilgi-tabanlı sistemlerin (Knowledge Based Systems-KBS) başarılı olarak geliştirilmesinin bu süreçte çok önemli bir payı vardır. Bilgi-tabanlı tasarım sistemleri; normalde bir uzmanın bilgisine gerek duyulan gerçek dünyaya ait problemlerin çözülmesinde, tasarımcıya destek olan bilgisayar sistemleridir.

Mimarlık, yapıların sayısal tanımlarından çok daha fazlasıyla; genel konseptler, düşünceler, yargı ve deneyimlerle ilgilidir. Tıp ya da yapı mühendisliği gibi alanlardan farklı olarak, tasarım ve mimari tasarımda, teorik esas veya en azından genel olarak kabul edilmiş kuramsal bir temel yoktur. Bu yüzden, bilgisayar destekli mimari tasarımının, tasarım sürecinde bir model olarak ortaya konmuş olanlar hariç, çok az dikkat çekmiş olması şaşırtıcı değildir.

Bu bölümde bilgi-tabanlı sistemlerin, tasarım için interaktif birer bilgisayar desteği olabileceğini ortaya koyan sistem yaklaşımı incelenmiştir. Tasarımda bilgi-tabanlı sistemlerin kullanımının genel konsepti, yapısı ve süreç anlayışı açıklanmıştır. Tasarımcıların hedeflerine ulaşmasına yardımcı olmak anlamında bilgi-tabanlı sistemlerin potansiyel faydaları gösterilmiş ve bu bağlamda geliştirilen birtakım bilgi-tabanlı tasarım modelleri ayrıntılı olarak irdelenmiştir.

3.1. Bilgi-Tabanlı Mimari Tasarım Süreci

Bilgisayar destekli mimari tasarım araştırmalarının gerek bilgi-tabanlı gerekse diğer tasarım sistemlerinde olsun amacı, kendi bileşen ve süreç yapısını oluştururken, aynı zamanda mimari tasarım süreci yaklaşımını da bilgisayar ortamında tanımlamak amacıyla bir model geliştirmektir. Mimari tasarımda modellerin kullanımı uzun bir geçmişe dayanır. Tüm katılımcılar için ortak olan bir model olmadan başarılı bir

tasarım süreci mümkün olamamaktadır. Geleneksel mimari modeller; plan, kesit, görünüş ve perspektiflerdir. Tasarımla ilgili tüm özellik, obje ve fonksiyonel bilgiyi içeren üç boyutlu bir model ise, insan tasarımcı tarafından sadece düşünsel olarak oluşturulabilir. Modelin projesini çizme, yani temsili, projeye ait kuralların bilgisi ve koordinasyonuna gereksinim duymaktadır. Bilgisayarların gerçek gücü de, yalnızca benzer bilgi ve deneyimler, bilgisayarla birlikte kullanıldığında ortaya çıkmaktadır.

Tasarım sürecinde özellikle bilgisayarların kullanımı açısından kavramsal modeller çok önemlidir; çünkü bu modeller fiziksel dünya ile bilgisayar arasındaki bağlantıyı sağlamaktadırlar.

Tasarım profesyonellerinden; tasarım amaçlarının tanımlanması, yaratıcı çözümlerin üretimi ve ortaya konan amaçlara tatminkar çözümler sağlayacak şekilde ulaşılan sonuçların yorumlanması beklenmektedir. Amaçlara ulaşmadaki esas problem ise, amaçlar ve süreç içinde ortaya çıkan alt amaçlar arasında bağlantı bulunmasıdır. Bu anlamda, verimli bir bilgi-tabanlı sistemin açık, erişilebilir ve esnek; içeriğindeki bilginin ise tanımlı ve tasarım kurallarına uygun olması gerekmektedir. (Coyne, 1985).

Tasarımın amacı, dünyayı anlatma ve bir amaç doğrultusunda anlamlı kararlar almaktır. Geleneksel tasarımda, dışsal temsiller tasarım fikirleri için geçici veya kalıcı depolama araçları gibi ele alınırlar. Çizimlere bakılarak anlamlar ve anlamlı sonuçlar çıkartılır. Anlamsal içerik tamamen tasarımcı tarafından ortaya konur. Öte yandan bilgisayarlar ve bilgisayar programları, dışsal tasarım temsillerine bakarak anlam ve sonuçlar çıkaramazlar. Bunu yapmak için, son derece hassas görüntü sistemleriyle donatılmış ve mükemmel bir alansal bilgiye sahip olmaları gerekmektedir.

Günümüzdeki Bilgisayar Destekli Tasarım (BDT-CAD) sistemleri, gerçek tasarım sistemleri değildir. Bunlar çoğunlukla insan tasarımcının yaratıcılık ve zeka kabiliyetinden yoksun çizim ve analiz paketleridir. Son yıllarda ise eskisinden daha düşük maliyetle çok daha güçlü bir bilgisayar desteği elde edilebildiği için, daha gerçekçi tasarım yetenekleri olan bilgisayar destekli tasarım sistemleri ortaya çıkabilmiştir. Bu sistemler, yapay zeka (AI) olarak tanımlanan bilgisayar biliminden

transfer edilen teknikleri uygulamaktadırlar. Bu alanda en fazla ümit veren tekniklerden biri de, uzman sistemler veya akıllı bilgi-tabanlı sistemlerdir.

3.2. Akıllı Bir Bilgi-Tabanlı Sistem Modeli

Bilgisayar destekli tasarım yapmanın asıl faydası, tasarımcıların dışa vurum güçlerini artırmak, onların düşüncelerinin dışlaştırılmasını sağlamak, bunları diğer insanların düşünceleriyle bağdaştırmak ve sonuçları diğer insanlara iletmek olmalıdır. (Bijl, 1986). Bilgisayar destekli tasarım sistemleri çeşitlendirilmiştir çünkü, tasarım süreci mimarlar tarafından gerçekleştirilecek birçok karar alma adımlarını içermektedir. Bununla birlikte, birbirinden ayrılaştırılmış bu karar alma süreçleri, tasarlanan yapının son performansının verimli olarak değerlendirilmesini genellikle engellemektedir. Bu yüzden, soyutlanmış bir tasarımda karar verme desteğinin bilgisayar destekli tasarım sistemi ile iç içe geçmesi, sorumlu bir tasarım için önemli bir adımdır (Reffat, 1994).

Wang tezinde, yaratıcı kavramsal tasarım için, bilgi-tabanlı sistem tekniklerinin bilgisayar ortamında uygulanmasını araştırmıştır. Tasarımda kavramsal alternatifleri oluşturmak için, sistem girişini ve fonksiyonel gereksinimleri karşılayan bir model tanımlamıştır. Bu model aşağıdaki elemanları içermektedir (Reffat, 1994):

- Kavramsal tasarımda bilgi temsili
- Tasarım süreci modeli
- Problem çözme yöntemi
- Tasarım yaratıcılığı
- Alansal bilginin uygulanması
- Tasarımda karar verme
- Yazılım mühendisliği

Bilgi-tabanlı sistemler; herhangi bir bilim alanı dahilinde, insan uzmanlığına gereksinim duyacak kadar karmaşık olan çok çeşitli uygulama problemlerini gidermek anlamında giderek artan bir kullanıma ulaşmıştır. Bilgi-tabanlı sistemler,

yarı-yapılandırılmış ya da hiç yapılandırılmamış yani örneğin bir sayısal modeli olmayan problemleri çözmek için daha uygundur. Uzman tasarım, diğer çok-disiplinli alanlarda olduğu gibi; sosyal, ekonomik, politik ve teknik koşullardan etkilenen hasta-tanımlı problemlerle doludur. Bu sistemler, bir insan uzmanlığına gereksinim duyulan problemlerde danışman, ve problemleri çözmeye yardımcı olan sistemlerdir. Böyle sistemler, uzman insanın çıkarsama mekanizmasının bir bilgisayar modelini kullanarak problemler üzerinde çalışırlar. Bu yüzden, insan uzmanların varması beklenen sonuçlara ulaşmaları için tasarlanmışlardır. (Reffat ve Aref, 1994).

3.2.1. Akıllı Bir Bilgi-Tabanlı Tasarım Sisteminin Yapısı

Bir bilgi-tabanlı tasarım sistemi herhangi bir disiplin dahilinde oluşturulmadan önce şu dört temel soru cevaplanmalıdır: (Lansdown ve Roast, 1987):

-Bilgi-tabanlı tasarım sistemine (KBS), konu olan alan bu işlem için uygun mudur?

-Gerekli bilgi nasıl elde edilir ve test edilir?

-Bilgi bilgisayarın kullanabileceği şekilde nasıl sunulabilir ve insanlar bunu nasıl kontrol eder?

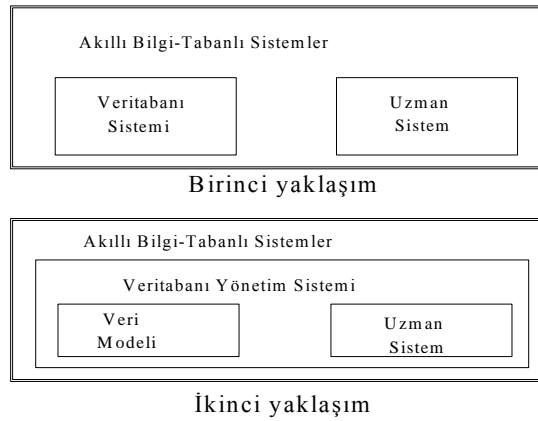
-Sistemin bilgi işleme yaklaşımı nasıl formüle edilebilir ki böylece bilgi tam anlamıyla sisteme gelir ve beklenen performansı sağlar?

Bu birbiri ile ilişkili sorularının her biri çok önemlidir, bu yüzden, faydalı bir bilgi-tabanlı tasarım sistemi için hepsinin bilinmesi gereklidir.

Daha önde de belirtildiği gibi, tek başına bir uzman sistem bazı durumlarda sınırlı yararlılıktadır. Bu yoruma yol açan en yaygın durum, uzman sistemin operasyon sırasında, kullanıcıya halihazırda uygun olmayan veriyi sorması olmaktadır. Bununla birlikte bu veriler, başka bazı veritabanlarından da çağırılabilir. Böyle bir durum, uzman sistemin ve veri tabanının bilgi-tabanlı tasarım sistemi ile iç içe geçmesini gerektirir. Aslında, kararların dayandığı verilerin büyük bölümü doğası itibariyle eskidir ve genellikle bazı dışsal veri tabanlarında depolanmış durumdadır. Buna ek olarak, veritabanı kullanımı oldukça faydalı bir teknoloji olduğu için, özellikle daha iyi bir ara yüz sağlamada uzman sistemi zenginleştirmektedir (Reffat, 1994). Bir

başka akıllı bir bilgi-tabanlı tasarım sistemi oluşturma yaklaşımı da, bir veritabanı yönetim sistemi kullanarak uzman sistem yaratmaktır. Her iki yaklaşımın da kavramsal yapısı Şekil 3.1’ de gösterilmiştir.

Akıllı bilgi-tabanlı sistemler genellikle: bilgi tabanı, bilgi elde etme modülü, sonuç çıkarma motoru, kullanıcı ara yüzü ve sonuçların açıklaması gibi Şekil 3.2’ de gösterilenler bileşenlerden oluşur (Reffat, 1994). Bilgi tabanı, insan uzmanlardan kaynağını alan bilgilere ek olarak sistemle ilişkide olan kullanıcı tarafından girilen verilenleri de içerir.



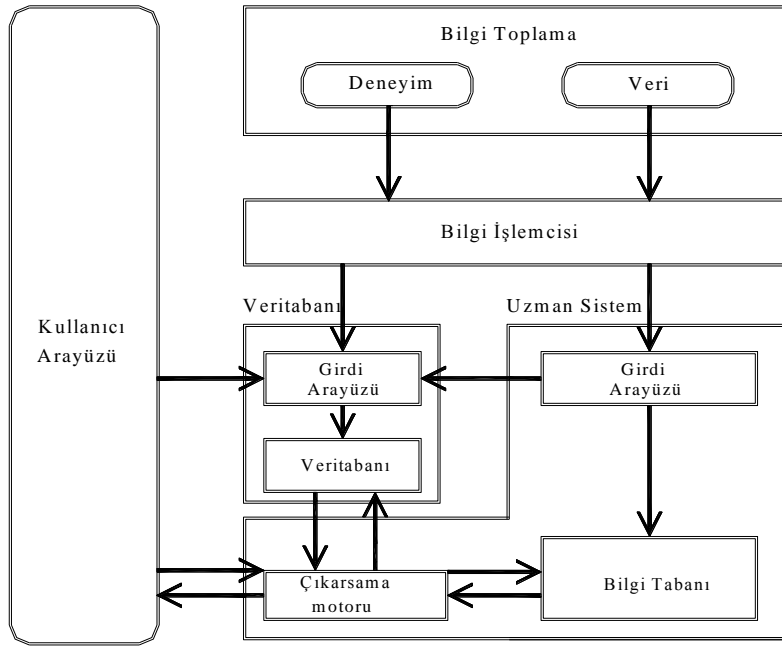
Şekil 3.1. Akıllı bir KBS'nin kavramsal yapısı - Bilgi tabanlı sistem bileşenlerinin fonksiyonları (Reffat, 1994).

No	Bilgi-tabanlı Sistem Bileşeni	Bileşenin Fonksiyonu
1	Bilgi edinme sistemi	Bilgi tabanını oluşturmak için insan uzmanlardan bilgi toplayan yazılım modülüdür.
2	Çıkarılma motoru	Bilgi tabanında direkt olarak yer almayan bilgiden anlam çıkarır. Bilgi tabanlı sistemi kullanıcının etkileşim içinde olduğu interaktif bir sisteme dönüştürür. Soruları formüle eder ve kullanıcı tarafından doğal dilde verilmiş olan yanıtları anlar. Aynı zamanda kullanıcıya tavsiyelerde bulunan bir mekanizmadır.
3	Akıllı kullanıcı arayüzleri	Nesne-yönelimli bir ortam sağlar. Kullanıcı ile etkili bir iletişime olanak tanır.
4	Açıklama birimi	Kullanıcıya, sistemin bazı soruları kendisine neden sorduğuna ya da sistemin belli bir sonuca nasıl ulaştığına dair bir açıklama yapar.

Şekil 3.2. Bilgi-tabanlı sistem bileşenlerinin fonksiyonları (Reffat, 1994).

Akıllı bir bilgi-tabanlı sistemin yapısı Şekil 3.3' te gösterilmiştir. Üç bölümden oluşur:

- (a) bilgi toplama
- (b) veritabanı yönetim sistemi, bir malzeme veritabanı ve kullanıcı ara yüzü tesisi ile birlikte,
- (c) gelişmiş bir bilgi-tabanı ile birlikte uzman sistem kabuğu, sonuç çıkarma motoru ve kullanıcı ara yüzü.



Şekil 3.3. Akıllı Bilgi-tabanlı Sistem Yapısı (Reffat, 1994).

Bilgi-tabanlı tasarım sistemleri; yapay zeka, biliş bilimi, dilbilimi ve operasyon araştırmalarından birtakım yöntemler alınıp kullanılarak geliştirilen formal tasarım modelleri üzerine kurulmuştur. Bu modelleri geliştirmede 2 temel prensip vardır;

- Tasarım bilgisi temsili ve organizasyonu; ve
- Tasarımı bir aktivite olarak taklit eden süreçler

Her iki prensip de birbirleriyle yakın ilişkidir. Süreçlerin doğası ve önemi, tasarım bilgisinin nasıl yapılandırıldığına bağlı iken, tasarım bilgisinin organizasyonu da süreçlere bağlıdır. Her ne kadar, mevcut çoğu bilgi-tabanlı tasarım sistemi, bilgi tabanlarını her biri kendi alanına karşılık gelen bir bileşenler kütüphanesi oluşturarak

organize etse ve birçok farklı yaklaşıma dayanabilen tasarım destekleme süreçlerini dikkatli bir şekilde yapılandırırsa da aşağıdaki amaçları karşılayan az sayıda model oluşturulabilmiştir (Reffat, 1994):

- Tasarımın nasıl başlayıp nasıl devam edeceğine dair öneriler üretme
- Fonksiyon ve yapı ile davranış arasında çıkarsama yapabilecek bir mekanizma sağlama
- Tasarım bilgisi için yukarıda belirtilenleri destekleyecek biçimde tatminkar bir temsil sağlama.

Tham ve Gero rutin tasarım kategorisinde yer alan tasarımları üretmek için tasarım prototipleri kullanan ve PROBER (PROtotype BasEd Routine design systems- Prototipe dayalı rutin tasarım sistemi) olarak adlandırılan bir sistem geliştirmiştir.

3.2.2. Bilgi-Tabanlı Tasarımda Yaratıcılık

Öncelikle tasarımla ve yaratıcılıkla ilgili geleneksel fikirleri açıklığa kavuşturmak gerekmektedir. Bu, amaçların somut bir şekilde ortaya konarak yaratıcılığın bilgisayarlaştırılması anlamına gelmez, bu kavramsal bir çelişki olur. Fakat, mümkün olduğunca sistematik biçimde yeni ve yaratıcı tasarım çözümlerine ulaşmak için, tasarım ve tasarım süreçlerinin araştırılması gereklidir. Sadece bu şekilde bilgisayardan bir çizim yapma aracı olmanın dışında yararlanmak mümkün olabilir. Şekil 3.4' te gösterilen yaratıcılık tanımlamasının tartışmaya açık olmasının yanında, bunun daha iyi tanımlamalar için bir başlangıç noktası olacağı düşünülmektedir.

İlk üç nokta öğrenme, hatırlama ve bilgiyi uygulayabilmenin yaratıcılık için gerekli olduğunu gösterirken, son iki madde de, sorgulama ve bireysel keşfin gerekliliğini ifade etmektedir.

Bilgi-tabanlı tasarım sistemleri, tasarımcılara tasarım süreci içinde yardım sağlayacak güçlü bir potansiyele sahiptir. Bununla birlikte ideali, bu sistemleri insan uzmanların, alandaki uzmanlık ve yetenekleri ile bütünleştirmektir. Buna ek olarak, bilgi-tabanlı tasarım sistemlerinin genel bölümleri özellikle, yapı tasarımı için, bu alandaki literatür temel alınarak tartışılmıştır. Bu alandaki birçok araştırma halen devam etmektedir. Bu yönde geliştirilecek bir sistem, yapı tasarımında güçlü olduğunu ve ilgili karar almada bir model olabileceğini ispatlayacaktır.

No	Mimari Yaratıcılık...	Bilgisayar terminolojisiyle...
1	Sözkonusu araştırma alanı çerçevesinde daha önceden oluşturulmuş örneklerle ilişkilidir.	Mevcut yapı ve yapı elemanlarını içeren ve sıradışı indeksleme kapasitelerine sahip akıllı bir veri tabanına gereksinim duyar. Bu, nesne-yönelimli veritabanlarına yakın bir yaklaşımdır.
2	Tasarımcının, ürettiği alternatifleri ve bunların varolma sebeplerini açıklayabilme kabiliyetine bağlıdır.	Bu, bilgisayarın tümdengimsel çıkarsama ve açıklama yapabilmesi için sahip olması gereken kapasite ile ilgilidir.
3	Benzer tasarım problemleri için daha önce oluşturulmuş uygun çözümleri içeren hüristik bilgiye ve bunları yeni tasarım problemlerine adapte etmeye bağlıdır.	Bu, hüristik arama ve tümevarımsal çıkarsama ile ilgilidir.
4	Tasarımcının ya da dışsal bir eleştirmenin soru sorma kapasitesine bağlıdır.	Bu kapasitenin henüz tam bir karşılığı yoktur. Tümevarımsal ve tümdengimsel çıkarsama ile ilgilidir.
5	Tasarımcının kişisel yeteneği ile ilgilidir.	Bu, yetenekli bilgisayarların oluşturulması ya da farklı çıkarsama süreçlerine sahip benzer bilgisayar sistemlerin ortaya çıkarılması anlamına gelmektedir.

Şekil 3.4. Mimari yaratıcılık tanımlamaları ve bunların bilgisayar terimleriyle temsili (Reffat, 1994)

3.3. Bilgi-Tabanlı Tasarım Sistemlerine Örnekler

Bilgi-tabanlı tasarım sistemleri bilgisayar destekli tasarım alanında önemli bir araştırma alanı olarak ortaya çıkmıştır. Bu sistemlerin özellikle tasarım bilgisinin elde edilip depolanarak süreç içinde kullanılmasını sağlamak anlamında içerdiği güçlü potansiyel, bilgisayar destekli tasarım alanında oluşturulmuş birçok modelin temelini teşkil etmiştir. Dolayısıyla bilgisayar ortamında oluşturulmuş bütün modellerin bir bakıma bilgi-tabanlı olduğu ifade edilebilir. Bunun yanısıra, yukarıda açıklanan kapasite ve yöntemleri içermesi beklenen birçok bilgi-tabanlı tasarım modeli bilgisayar destekli tasarımda önemli bir yere sahip olacaktır.

Tasarımı, diğer problem çözme yaklaşımlarından ayıran en önemli iki farklılık belki de; gerekli olan temsillerin sayıca çokluğu ve karmaşıklığı ile tasarım sürecinin açık uçlu ve keşfedici olan doğasıdır. Bunların kritik araştırma konuları olarak değerlendirilmesi, daha etkili bir tasarım sistemi oluşturmak için bir anahtardır. Tasarım araştırmalarının günümüzde ulaşabileceği pragmatik ve üretken olan nokta, insan ve bilgisayarın kapasitelerini bütünleyici bir tavırla birleştiren bilgisayar destekli tasarım ortamları yaratmaktır. Bu bölümde bu amaçla üretilen birtakım bilgi-tabanlı tasarım modelleri tanıtılacaktır.

3.3.1. LOOS Sistemi

Bu bölümde, Ulrich Flemming tarafından 1980'li yıllarda geliştirilen; kavramsal plan tasarımının ilk aşamalarını destekleyen ve kısmen otomatik olan bir tasarım sistemi olan LOOS incelenecektir. LOOS Sistemi, genel olarak bilgi tabanlı tasarımda, spesifik olarak ise plan tasarımında, başlangıç evresinde ortaya konan kısıtlamaları kullanarak tasarım yapan bir bilgisayar destekli tasarım sistemidir.

Sistemin üretken yapısı, yapısal tasarım tanımlarının sistematik bir listesi şeklinde modellenmiştir. Bu model, kademeli olarak oluşturulan, ve gelişmeye ve kesinleştirilmeye açık bir insan değerlendirme kapasitesi ile desteklenmiştir. Üst seviyedeki bütünleşik tasarım süreci dahilinde; oluşturulan insan ve bilgisayar arasındaki işbölümü uygun seviyelerdeki soyutlamalar tarafından tanımlanan temsillerle desteklenmiştir. Bu bağlamda kısmi tasarımların keşfedilmesi ve değerlendirilmesi, tasarımcıyı plan tasarımını performans istekleri anlamında yeniden formüle ederek keşfetmeye doğru yönlendirmektedir. Keşfetme sürecinde daha sonraki bilgi kazanımları, mevcut plan tasarımı için süren gelişmelerin temelini oluşturan iskelet sistem tarafından meydana getirilmiştir.

3.3.1.1. Yaratıcılığı Arttırmak İçin Geliştirilen Bir Tasarım Ortamı

LOOS Sisteminde yaratıcı tasarım için bir insan-makine ortamı oluşturma hedefi sözkonusudur. Bu yaklaşım, tasarımda bilgi işleme mekanizmalarına dair mevcut sınırlı anlayış ve yaratıcı hamleler için gerekli olan objektif yorumlama kriterlerini tanımlama zorluğu tarafından motive edilmektedir. Bu da LOOS Sistemi çerçevesinde tasarımda yaratıcılığı tecrübe etmek için tasarlanan bilgisayar destekli tasarım ortamı için minimal hedefler ortaya koyması gibi bir sonuç doğurmuştur.

LOOS yaklaşımı, günümüz teknolojilerine ve insan ile bilgisayarın kabiliyetlerine ışık tutmakta, bunun yanında da aşağıdaki üç öğeyi bir araya getirerek kendi mimari keşif ortamında tasarım modelini oluşturmaktadır.

LOOS Sisteminde ortaya çıkan sonuç; zamanla gelişen hedeflerle, bilgisayar destekli tasarım ortamlarının yapısal özelliklerinin tespitine, tasarım probleminin kendisiymiş gibi yaklaşılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte, sistem

kapsamında işaret edilen ana noktalar aşağıdaki gibi ifade edilebilir (Coyne ve Subrahmanian, 1993):

1. Bir tasarım modelinin yoğun bir etkinliği olabilmesi için keşif sürecinde insan ile bilgisayarın birarada çalışması gerekmektedir.
2. İnsan tasarımcıların yaratıcı potansiyelindeki hızlı gelişme ile kendi başına gitgide daha fazla başarıya ulaşabilen bir partner olarak bilgisayarlar, birarada kullanılmalıdır.
3. Oluşturulan tasarım sistemlerinin etkin kullanımı için, tasarım teorilerindeki anlayışı yaratıcılığa dönüştürürken, birçok deneme yapılıp çok miktarda ampirik bilgi toplanmalıdır. Bu bilgiler, tasarım süreci içinde tasarım bilgisini temin ve rafine etmek için karmaşık bilgi, sunum ya da dil yapıları ortaya çıktığı takdirde kullanılabilir.

LOOS Sistemi kapsamında, tasarımda yaratıcılığın ortaya çıkması için gerekli olan koşulları belirlemek için ortaya koyulan ana fikir kısaca, yaratıcı tasarım potansiyelinin ortaya çıkışının, tasarımcılara gelişmiş bir çözüm formülasyonu uzamını keşfetme kabiliyeti sağlanmasıyla mümkün olacağını işaret etmektedir.

İnsan tasarımcının, keşfetme ve birçok alternatifi düşünerek tasarıma devam etme konularında bazı kısıtlamaları vardır ve bunlar, tasarımcıyı paralel olan farklı tercihleri keşfetmeye yönelten bir bilgisayar destekli tasarım sistemi oluşturmak için oldukça önemli noktalardır (Coyne ve Subrahmanian, 1993). Tasarımcıların verilen tasarım uzamını tamamen keşfedebilme kabiliyeti ile verilen bir problem uzamında tipik bir probleme yenilikçi çözümler bulma potansiyeli arasında bir bağlantı sözkonusudur.

Keşfetme ölçeğini genişletmek için, uygun seviyelerdeki problem çıkarımlarında, potansiyel çözüm uzamının çok daha sistematik bir incelemesi gerçekleştirilmelidir. Sistematik üretim kabiliyeti, performans bilgisinden süzülme ve akıllıca gerçekleşen bir geçmiş tasarım yönetimi, insanın gerçekleştirilmesi mümkün olmayan biçimde potansiyel çözüm uzamını geniş porsiyonlarda keşfetmektedir. Böyle bir tasarım stratejisi doğal olarak biraz karmaşıktır. Alternatiflerin sistematik biçimde üretimi, bunların ayrıntılı ve etraflı bir dökümü anlamına gelmese de çözüm

uzamının ekin biçimde yoklanması sürecinde kullanılabilir. Buna ek olarak, tüm koşulların kesin olarak sağlandığı durumda, en az bir sistematik çözüm üretimi modeli ortaya çıkmış olmalıdır. Hiyerarşik bir üret ve test et yöntemi, sadece kısmen belirtilmiş çözüm adaylarını elemeye, ve kısmi bir çözüm elendiğinde de bu tanıma uyan tüm çözümlerin üretim sürecinden kaldırılmasına izin vermektedir. LOOS Sistemi böyle bir modele örnek olarak gösterilebilir.

LOOS'un tasarım modelinde, sistematik üretim kabiliyeti ve algoritmik problem çözme metodu kullanma rolü bilgisayara; rasyonel objektifleri belirleme ve yorumlama rolü ise insana yüklenmiştir. İnsanın kavramsal araçlarının (çıkarım, analogi ve öğrenme) güçlü bilgisayar varyasyonlarının ortaya çıkması ya da kavramsal dengeleme olmadan bilgisayar tekniklerinin tasarım ortamında uygun kullanım bulması olasılıklarına dayanarak, bu rollerin zaman geçtikçe aşama aşama değişeceği tahmin edilmektedir. Kullanılmayan ya da tasarım kabiliyetine ek kısıtlamalar empoze eden teknikler, ortamın dışına atılırken; tasarımcının gücünü arttıran diğerleri ise tasarım ortamında yer edinecektir. Bu prensipler dahilinde yapılandırılacak tasarım ortamları tasarım sürecini anlamak ve geliştirmek için kullanılabilir. Bu sistemdeki tasarım süreci anlayışı; başlangıç evrelerinde insanın yaratıcı güçlerinin bir büyölteci olarak sunulan bilgisayarın rolünün, yaratıcı tasarımcının çırağı olmadan öteye gidip gelişeceği doğrultusundadır (Coyne ve Subrahmanian, 1993).

3.3.1.2. Sistemdeki Plan Tasarımı Yaklaşımı

Plan tasarımı; belirtilen kısıtlamaları sağlayan ve belli biçim ve hacimleri olan parçaların oluşturduğu yapıların tasarımında tipik biçimde ortaya çıkan birçok karmaşık konuyla ilgilenir. Planlar, (kat ve çevre planları gibi) objelerin 2 boyutlu kompozisyonlarını içerdiği için diğer bazı kategorideki tasarımlardan daha az karmaşık görünür. Fakat plan tasarımı ilgi çekici ve önemlidir, çünkü birçok tasarım disiplininin genel bir evresi ya da süreçlerinin önemli bir parçasıdır. Plan oluşturmak için ortaya konacak bir tasarım yöntemi, bütün bu farklı disiplinlerle ilişki kurma kabiliyetinde olmalıdır.

Ayrıca plan tasarımı, doğası itibarıyla zordur, çünkü herhangi bir objenin konumlanması için uygun olabilecek çok sayıda oryantasyon sözkonusudur. Dahası;

tasarım objeleri arasında, şekilleri, boyutları ve birçok performans gereksinimini karşılaması beklenen mekansal ilişkilerinin zorunlu kıldığı çok sayıda içsel ilişki mevcuttur. Bu nedenle, deneme yanılma süreci olmaksızın esnek çözümler üretme garantisi verecek herhangi bir direkt tasarım yöntemi yoktur. İster insan ister bilgisayar tabanlı yaklaşımlar olsun, problemin zorluk derecesine bağlı olarak, belli bir düzeyde problem keşfi ve aday çözüm araştırması yapılması gerekmektedir.

Plan tasarımı konusunda literatüre geri dönüldüğünde, kavramsal kısıtlamalar dolayısıyla insan tasarımcıların alternatif organizasyonların sistematik bir keşfini yapamadıkları gözlemi ile karşılaşılmaktadır (Coyne ve Subrahmanian, 1993). Plan tasarımı problemlerinin diğerlerinden ayrılan özelliği, kararların hem global (alan kullanımı vb.) hem de lokal (komşuluk vb.) gereksinmelerini karşılaması zorunluluğudur. İdeal olarak istenilen, yerleşme kararlarının açık ve kesin bir şekilde verildiği ve varyasyonlar için olası doğrultuların işaret edildiği birçok alternatif plan çözümünü üreten bir tasarım yöntemi ortaya koymaktır.

Disiplinlerarası önemi, doğal karmaşıklığı ve sadece kısıtlı 2 boyutlu temsillerin istenmesi dolayısıyla, plan tasarımının bilgisayar destekli tasarım ortamları araştırmaları için bir başlangıç evresi olacağı düşünülmektedir.

3.3.1.3. LOOS Sisteminde İnsan-makine İşbirliği

LOOS Sisteminin aşağıdaki tanımı, onun bütün bileşenlerinin mevcut realizasyonunu ya da teknik detaylarını ortaya koymak amacıyla değildir. Burada yalnızca LOOS tasarım sürecinin ana yapısının anlaşılmasını sağlayacak nitelikte, yaklaşımın minimal bir tanımlamasını yapmak hedeflenmiştir. LOOS'un birincil tasarım hedefi, insan uzmanlığı ile bilgisayarların sistematik üretim kapasitelerini birleştiren kısmen-otomatik bir tasarım sistemi oluşturmaktır.

LOOS tasarım sisteminin ana çerçevesi; bir dizi 2 boyutlu objeyi, bir ya da daha fazla dikdörtgenden oluşan bir plana dönüştürme süreci olarak ifade edilebilmektedir. Bu sistem, aday çözüm planlarının, sistematik üretimini sağlayan grafik tabanlı bir ilişki temsili ile, geniş boyutlu bir kriter tanımlaması çerçevesinde tasarlanmıştır. Plan tasarımının sisteme uyarlanması, tasarımcının bilgi elde etmesini ve bunları bir dizi alternatife dönüştürmesini kapsamaktadır. Sistemin bileşenleri:

1) üretici, 2) yorumlayıcı, 3) kontrol mekanizması'dır. Tüm bunlar bağımsız modüller olarak tasarlanmıştır, böylece farklı nitelikteki yorumlayıcı ve kontrolörler, diğer bileşenleri etkilemeden test edilip değiştirilebilir nitelik kazanmışlardır (Coyne ve Subrahmanian, 1993).

LOOS tasarım yaklaşımının içerdiği temsil, planın yapısını tanımlamak için kullanılan *above*, *below*, *to the right* ve *to the left* gibi mekansal ilişkileri kullanmaktadır. Bu ilişkiler, planın yapısını; düğümlerinin plandaki dikdörtgenleri, yaylarınınsa bu bir dizi dikdörtgen arasındaki ilişkileri ifade ettiği bir grafik üzerinde tanımlamaktadır.

Her defasında tek bir dikdörtgenin çağrılması ve belli sayıdaki dikdörtgenin belirlenen ilişkilerine göre alternatif planların oluşturulması için bir dizi üretim kuralları geliştirilmiştir. Bu kurallar, dikdörtgenlerin sentaktik olarak doğru bir biçimde planlandığı formal bir gramer olan *üreticiyi* oluşturmaktadır. Planların semantiği, dikdörtgenlere konuyla ilgili obje nitelikleri atandığında ortaya çıkmaktadır.

Burada tanımlanan mekansal ilişkiler; yapısal ilişkilerin boyutsal olanlardan ayrımını ifade eden planların, orta seviyedeki bir çeşit özetini formüle etmektedir. Her temsil; potansiyel planların devam eden boyutsal özelliklerini gizli tutarak, yalnızca objeler arasındaki mekansal ilişkileri göstermektedir. Bu nedenle her aday plan, boyutsal olarak esnek olan bir dizi plan kümesini de kapsamaktadır. Böylece olası sonsuz çözüm dizileri, en azından prensipte, sayılabilir nitelikteki bir dizi sonlu alt çözüme bölünmektedir.

Bu temsil yapısı, alternatif planlar arasındaki kritik farklılıkları tanımlamada ve alternatif yapıların üretiminde kullanılabilir olan yapıyı elde etmektedir. Bu da potansiyel çözümler uzamının daha iyi tanımlanmasına yol açmaktadır. Daha üst seviyedeki konseptler bu temsiller temel alınarak formüle edilebilir, dolayısıyla bunlar aynı zamanda analiz, yorum ve sorunların kesin bir ifadesi şeklinde kullanılabilir.

Kapsamlı bir araştırmada ana motivasyonu sağlayan, yaklaşımın daha büyük problemlere adapte edilebilir nitelikte olması ve üretim algoritmasının desteklenebilmesidir. Amaç, tasarım probleminin karmaşıklığını hem kullanılan

objelerin sayısı ve hem de bu objeler arasındaki ilişki ve detay seviyesi anlamında kontrol edebilmektir. Karmaşıklığı kontrol edebilmek için, hem insanın hem de otomatik tasarım yöntemlerinin deneyimleri, plan tasarımında oldukça önemli bir özetleme mekanizması olarak, kullanılan objelerin ve izlenen yolların hiyerarşik bir dekompozisyonunu önermektedir.

LOOS sisteminde ilk tasarlanmış haliyle; her nokta ya da dikdörtgen tek bir fiziksel objeyi ifade etmekteydi. Genişletilmiş versiyonunda ise, serbestçe biraraya getirilmiş dikdörtgenler, farklı ölçek ve dekompozisyonlardaki planları ifade edebilmektedir. Bir dikdörtgen tek bir üniteyi ya da herbiri yine kendi içinde bir plan grubunu tanımlayan bir dikdörtgenler kümesini temsil edebilmektedir. LOOS'ta kullanılan bu formal temsil, kendi içinde tekrarlanan böyle bir yapıyı desteklemektedir. Yapılandırılmış objeler için temsili genişletirken, her nokta ya da plan bileşeni, aynı zamanda bir plan hedefini de tanımlamaktadır. Plan tasarımındaki dekompozisyonlar, şu ikili fonksiyon şeklinde anlaşılabilir: Bunlar hem objeyi hem de tasarım sürecini bileşenlere ayırmaktadır (Coyne ve Subrahmanian, 1993).

İyi tanımlanmış olası bir çözümler uzamının üretilmesini sağlayan LOOS, yorum için alana-bağımlı bir bilgi tabanlı yaklaşım ortaya koymaktadır. Bu yaklaşım, birçok farklı kritere dayanarak üretilmiş aday planların ayırımını yapmaktadır. Semantik filtre olarak da adlandırılabilen bu test mekanizması, grafiksel olarak ortaya konmuş kısmi planlar oluşturulduğunda bir tasarımcının yeni kriterler eklemesi ya da varolanları değiştirmesi ve çıkarması için uyarılmasına benzer biçimde oluşturulmuştur.

LOOS'taki semantik filtre iki kritik amaca hizmet etmektedir. İlk olarak, üretici tarafından oluşturulmuş yapısal alternatiflere davranışsal yorumlar ekleyerek kısmi tasarım tanımlarını tamamlamaktadır. İkinci olaraksa filtre, alternatiflerin ayırımı için yeterli bilgiyi sağlayabilmelidir, böylece olası çözümler uzamı, keşfedişinin esnek ve etkili olmasını sağlayacak şekilde daraltılmaktadır.

Yorumların sonuçları, yorum kayıtları içinde depolanmaktadır. *Kontrol mekanizması* ise bu yorumların sonuçlarını ve bir dallandır-ve-sınırla (branch-and-bound) BNB stratejisi kullanmaktadır. Bu stratejiyi kullanarak kontrol mekanizması, sadece ve

sadece en az daha önceden üretilmiş tasarımlar kadar iyi olan orta seviyedeki tasarımları genişletmekte ve böylece aday çözümler uzamını daraltmaktadır.

Hepsi beraber ele alındığında, LOOS' un temsil, üretici, yorumlayıcı ve kontrol edici mekanizmaları hiyerarşik bir üret-ve-test et modeli oluşturmaktadır. LOOS'un yapısı bu yaklaşımı çalışabilir hale getiren koşulları sağlamaktadır.

3.3.1.4. LOOS Sistemindeki Yaratıcılık Yaklaşımı

Bu bölümde LOOS'un, tasarımda parça parça veya kümülatif olarak yaratıcılığı artırma kapasitelerini içeren bir bilgisayar destekli tasarım ortamını nasıl sağladığı açıklanmıştır. Burada, insan tasarımcıların yaratıcılık kapasitelerini arttırmayı amaçlayan herhangi bir bilgisayar destekli tasarım ortamının cevaplaması beklenen aşağıdaki sorunun yanıtını bulunmaya çalışılacaktır:

Entegre bir tasarım ortamı, insan tasarımcının yaratıcılığını nasıl destekleyebilir ve bağımsız bir bilgisayar sisteminde kodlanabilmesi çok zor ya da imkansız olan gerekli bilgiye ve yargı mekanizmasına ulaşımı nasıl sağlayabilir?

Bu soruyu cevaplayabilecek bir bilgisayar destekli tasarım modelini elde etmek için, LOOS aşağıdaki tasarım destekleme özelliklerini sağlamaktadır:

- Bağımsız bir dizimsel çözüm üretebilme kapasitesinin kullanımı. Yorumlama mekanizmasının temel üretim mekanizmasından ayrılması, makine ve insan arasındaki kritik işbölümünün yapılabilmesini sağlar, ayrıca yaklaşıma birçok disiplinler üzerinde 'jenerik plan tasarımı yollarının' uygulanabilmesi özelliğini verir. (Çözümlerin üretimi)
- İyi tanımlanmış bir yorumlama mekanizması çerçevesinde, semantik bileşenler bir test etme mekanizmasında birleştirilmişlerdir. Uzamsal ilişkiler, kısmi tasarımların yorumlanmaları için gerekli olan mevcut uygulanabilir kriterler anlamındaki kesin yapıyı oluşturur. (Yorumlama kriterlerinin sağlanması)
- Kararların oluşturulması için birçok temsil ve özetleme tekniği ve seviyesinin kullanımı. Yorumlar, farklı seviyelerdeki özetlemelerde yapılabilir (Karmaşıklığın yönetilmesi).

- Aşağıdan-yukarı ve yukarıdan-aşağı mantık yürütme (çıkarsama) tekniklerinin kısıtlı kaynaklar kullanarak kombine etme olanağı. Kontrol seçilen her notada, interaktif ya da otomatik olarak yapılabilir (Çıkarsamanın esnek kontrolü).
- Tasarım geliştikçe; bilgisayar, kısıtlama yönetimini ve gerekli kaydetme işlemlerini yaparken yalnızca kısıtlamalara uyulmadığı takdirde sinyal verir ve çelişkileri takip etmeye devam eder (Kısa-dönem bellek yardımı).
- Subjektif değerlendirme yapabilme ve çelişkileri engelleme kapasitesi. Bu işlemle, bilgiler biraraya getirilip uygulanmaya hazır bilgi tabanlarının oluşması sağlanır. Bilgi tabanlarının biraraya getirilmesi, tasarımcının çoklu değerlendirme kural setlerini kullanarak deneme yanılma yapabilmesine olanak sağlar (Uzun-dönem kişisel bilgi deposu).
- Alansal uzmanların, aşına oldukları bir grafiksel gösterimde somut bir çözümle karşılaştıklarında sahip oldukları bilgileri kesinleştirebilmesi (Tasarım dili üzerinden haberleşme) (Gero ve Maher, 1993).

Sonuç olarak üretici aktiviteyi destekleyen LOOS'un yapısı, aynı zamanda tanısal bir değerlendirme sistemi sunarak aktiviteyi tamamlamayı sağlamaktadır. Tasarımlar ister elle ister otomatik olarak yapılmış olsun, LOOS'un içsel temsiline kolayca dönüştürülebilir ve değerlendirme için sunulabilir, sonuçlar uyulmayan kuralların açıklamalarıyla gösterilir. Tasarımda başarısızlığa neden olabilecek tasarım objesi ya da objelerini kaldırmak (üretim kurallarının terslerini uygulayarak) ve küçültülmüş (indirgenmiş) konfigürasyonu, farklı alternatifler elde edebilmek için eklenecek objelerle birlikte bir üreticiye göndermek mümkündür.

Bu bağlamda LOOS sistemini birçok biçimde kullanmak için gerekli olan interaktif ortamın nasıl oluşturulabileceğini hayal edebilmek olasıdır. Plandan kritik bir parçayı çıkarmak ve bunu olası farklı yollarla yeniden yerleştirebilmek bir 'prototip adaptasyonu' formu oluşturarak mümkün olabilir (Gero ve diğ., 1985).

Bu bölümde; yaratıcılığın ortaya çıkabileceği koşulların araştırılmasında kullanılabilecek nitelikte, bilgisayar destekli tasarım ortamlarına getirilebilecek bilgi-tabanlı bir yaklaşım tanımlanmıştır. Bir bilgi işleme teorisi bağlamında, ele alınan sistemdeki yaratıcılık yaklaşımı özetle; tasarımcıya genişletilmiş bir problem ve

çözüm uzamını keşfetme kapasitesi verildiğinde yaratıcı tasarımın ortaya çıkma olasılığının arttığıdır.

3.3.2. PROTOTİP Temelli Bir Tasarım Modeli

Bu bölümde Edinburgh Üniversitesi AI in Design (Tasarımda Yapay Zeka) Bölümünün geliştirdiği bir tasarım süreci modeli tanıtılacaktır. Bu modelde tasarım, bilgi tabanlı bir keşfetme süreci olarak görülmüştür (Logan ve Smithers, 1989). Ortaya konulan bu keşfediş tabanlı (exploration-based) modele göre; tasarım süreci Ri olarak tanımlanan ilk tasarım gereksinimlerin belirlenmesi ile başlamaktadır. Ri genelde zayıf bir tanımdır ve birtakım çözümleri tanımlamada eksik kalabilmektedir.

Ri'nin hangi açılardan tamamlanmamış olduğunu söylemek mümkün değildir; çünkü Ri olası tasarımlar uzamı (SPD) nin yapısına ait bilgiyi içermektedir. Bu nedenle Ri araştırılan problemin özelliği şeklinde nitelendirilemez, çünkü tamamlanmamış ve tutarsız olduğu için SPD'de bir sonuç tanımlayamaz. Tasarım süreci (Ed), SPD'yi keşfediş süreçlerinden biridir. Bu süreç; tasarımcının daha önceki tasarım deneyimleri ile birlikte, mevcut soruna ait bilgilerle şekillenmektedir. Problem, ortaya konan çeşitli çözüm denemeleri üzerinden analiz edilmekte ve onların tasarım gereksinimleri bağlamındaki yansımaları anlaşılmaya çalışılmaktadır.

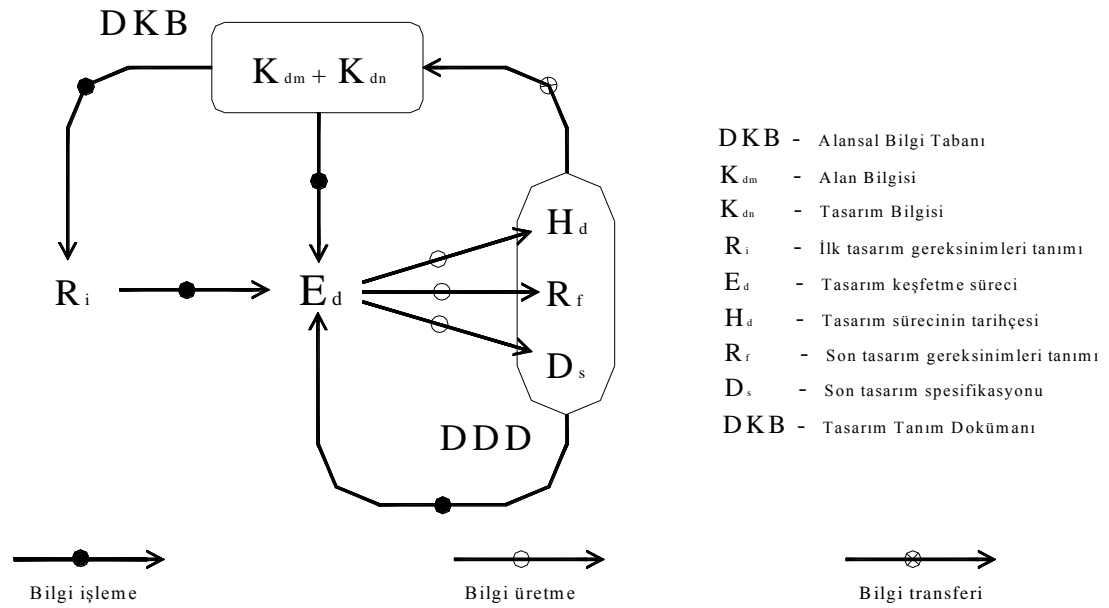
Bu sürecin bir parçası olarak; tasarımcı, tasarım sonucuna (eğer varsa) ulaştıracak tasarım kararlarını keşfetmektedir. Tasarımcı, SPD'nin bölümlerinin yapısına ait bilgiye ulaşmaktadır. Sonuç olarak Ri'nin hangi noktalarda tamamlanmamış ve tutarsız olduğu anlaşılabilir. Ri, bu tutarsızlık ve eksikliği giderecek şekilde değiştirilmekte ve bu keşfetme süreci, kapsam açısından geliştirilmiş Ri'yi sağlayıcı tasarıma ulaştıran SPD'deki son nokta bulununcaya kadar devam etmektedir. Sonuç olarak; son, eksiksiz ve tutarlı bir Rf (gereksinim tanımı) ve Rf ile tutarlı olabilecek bir tasarım spesifikasyonu olan Ds'ye ulaşılmaktadır (Şekil 3.5).

Gereksinim tanımı, SPD'deki tamamlanmamış bir bölgeyi işaret eden (ki bunu bile yapamayabilir) bir ilk ifadeden (Ri); SPD'de eksiksiz ve tutarlı bir şekilde bölgeyi tanımlayan son Rf'ye kadar gelişime uğramaktadır. Ds (tasarım spesifikasyonu), Rf tarafından tanımlanan SPD'deki bölgenin ikincil alt bölge ya da bölgelerini ifade etmektedir. Tasarımcının SPD'yi keşfedişinin kayıtları, tasarım sürecinin tarihçesi

(H_d)ni oluşturmaktadır. Bu H_d; keşfedilen alanın yapısının tanımı, başka bir ifadeyle, katedilen yollar ve bunları yapıştaki sebepler dizisidir.

Keşfetme sürecine başlamak için hem alana dair bilgi (K_{dm}) hem de bu alanda nasıl tasarım yapılacağına ilişkin bilgi (K_{dn}) gereklidir. K_{dm}, fiziksel gerçekler, tasarımcının hangi malzeme ve teknikleri kullanabileceği, yasal zorunluluklar vb. olabilir.

Tasarım bilgisi (K_{dn}); tasarım uzamının nasıl keşfedileceğine dair bilgidir. Bu bilgi; tasarım yöntem ve stratejilerini ve belki de değişik yapısal planları içermektedir. K_{dn}, tasarım uzamı içindeki yollara işaret etmektedir. K_{dm} ve K_{dn} arasında önemli bir bağımsız ilişki vardır. Biri, diğeri referans gösterilmeden ifade edilemez. Bu nedenle tasarım süreci grafiğinde birbirinden tamamen bağımsız girdiler olarak gösterilmezler.



Şekil 3.5. Prototip temelli sistemin yapısı (Logan ve Smithers, 1989)

Bundan sonraki bölümlerde tasarım bilgisinin yapısı ve çözüm geliştirmedeki rolü daha ayrıntılı olarak incelenecektir.

3.3.2.1. Tasarımda Prototipler

Çözümlerin geliştirilmesi geniş bir tasarım yöntemi bilgisi, uygun bir strateji ve bir önceki soruna getirilen çözüm üzerinde şekillenmektedir. Tasarım önerileri kör bir

anlayışla oluşturulmamaktadır, fakat belki de verilen duruma uygun olmayan çözüm çeşitlerinin genel bir kavranışı gibi bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Tasarım bilgisinin önemli bir bileşeni de ‘derlenmiş (çeşitli kaynaklardan) deneyimler’dir. İlgili problemle benzerlik taşıyabilecek deneyimlerden ya da daha önceden ‘standartlar’ olarak belirlenmiş bilgilerden kaynaklanan bir ön bilginin önemi; tasarım hakkındaki çalışmalarda geniş bir şekilde farkedilmiştir. Akın, mevcut çözümü daha kesin ve spesifik hale getiren yeniden derlenmiş çözüm, analog çözüm, jenerik çözüm vb. gibi ‘problem transformasyonları’nın tasarımdaki kullanımını tartışmıştır (Logan ve Smithers, 1989). Ona göre, eğer kesin transformasyonlar o an için mümkün değilse, varolan çözümün kesin durumunun tanımlanabileceğini varsayarak tasarımcının bir önceki deneyimini kullanması gerekmektedir. Foz da, problemin keşfedilişinin bellekteki daha önceden bilinen çözümlerin uyanmasına nasıl sebep olduğunu göstermiştir (Logan ve Smithers, 1989). Bu örneklerin, problem gereksinimleri dahilindeki muhtemel çözümlerin geliştirilmesi ve analiz edilmesi için yol gösterici olduğunu ifade etmiştir. Daha sonraları Gero ise, tasarım bilgisinin depolandığını ve bir dizi şema (prototip) şeklinde tasarım sürecinde geri çağırıldığını öne sürmektedir. Bu şemalar aşağıdakileri içermektedir:

- Tasarım gereksinimleri ya da hedeflerine dair bilgi
- Önceden tanımlanmış bir ‘bileşen dili sözlüğü’
- Tasarımda bileşenlerden hedeflere kadar tasarımla ilgili her türlü bilgi
- Stilize edilmiş bir tasarım tanımı ya da tasarım tanımı üreticisi

Bu tasarım yaklaşımları, geniş bir perspektifle ‘bilgi-tabanlı’ olarak karakterize edilebilmektedir. Böyle bir bakış açısıyla tasarım süreci; tasarım çözümleri ve tasarım gereksinimleri arasında ilgi kuran bir takım kural ve kodların yönlendirdiği bir dizi problem transformasyonu oluşturmaz. Akın’ın ‘problem transformasyonları’, Foz’un ‘şablon’ları ve Gero’nun ‘prototip konsepti’ arasında paralellikler mevcuttur. Tüm bu yaklaşımlarda temel düşünce; tasarımın, tasarım problemini anlama ve yapılandırma için kullanılacak ve tasarım hipotezinin temelini oluşturacak organize edilmiş bir ön (priori) bilginin kullanılması üzerinde şekillendiğidir.

Steadman, mimari tasarımda bu genel ve kollektif bilginin; mimarlık eğitimi, mimari yayınlar ve varolan binaların analizi gibi düzlemler üzerinde devam ettiğini öne sürmektedir (Logan ve Smithers, 1989). Fakat genel bir kabulle; organize edilmiş, kesin ve bilimsel bir niteliği yoktur. Daha çok, ilgili tasarımlardaki ampirik deneyim, bir bilgi kümesi oluşturur ve bu küme, yapaya ait genel bir teorinin oluşturulmasını mümkün kılar.

Fakat tasarım sürecinde bu bilginin işleyişine geri dönüldüğünde önemli bir zorluğun ortaya çıktığını görülmektedir. Tasarım problemi, tanımı itibariyle tektir. Eğer tüm gereksinimleri karşılayan bir ürün zaten mevcutsa, tanımı gereği ortada bir tasarım problemi de yoktur. Bu bağlamda aşağıdaki sorular önemlidir:

- Sınırlı sayıdaki bir dizi prototipten sonsuz sayıda tasarım nasıl geliştirilebilir? ya da
- Gereken sayıdaki prototip koleksiyonu, sonsuz çeşitlilikteki tasarım sorunları ile nasıl başa çıkabilir?

Bu tip sorulara kesin birer cevap vermek olanaksızdır. Fakat cevabın bir kısmı geliştirilmeye çalışılabilir. Kısaca tasarım sadece, tasarım probleminin içeriği doğrultusunda geliştirilecek yeni prototipler ve stratejiler üzerinde ilerleyebilir. Böyle bir yaklaşımda, prototip şeklindeki bilginin asıl fonksiyonu; hemen bir çözüm bulmak ya da bir başlangıç noktası gibi davranmak değil, problem düzlemini yapılandırmaktır.

Prototiplerin tasarımdaki rolünün bilgisayarlar tarafından kesin olarak gerçekleştirilebileceği kabulü; prototiplerin, bazı parametreler doğrultusunda oluşturulmuş tasarım tanımları ya da bu tanımların üreticileri gibi görülme eğilimlerine yol açmıştır. Bu bakış açısıyla prototipler, rutin ya da parametrik tasarım anlayışları doğrultusunda bir dizi olası tasarımı işaret eden, tasarım bileşenlerinin genel bir gruplandırılmasıdır. (Gero ve diğ., 1985). Örneğin Gero (1990) bir prototipin dört bileşenini aşağıdaki gibi tanımlamıştır:

- Parametrik tasarım tanımı
- Prototipin ortaya koyduğu fonksiyonları ifade eden hedefler ve gereksinimler

- Tasarım bileşenlerinin oluşturduğu dil
- Gereksinmeler, tasarım tanımı ve dille etkileşimli olan bilgi

Böyle bir bakış açısıyla; tasarım potansiyel olarak tasarım gereksinimlerini karşılayabilecek bir ya da daha çok prototip aramayı içermektedir. Uygun bir prototip bulunduğunda, tasarıma ait bilgiyi ve dili kullanarak, parametrik tasarım tanımı biçiminde bir örnek geliştirilmiş olmaktadır. Bu tasarım gereksinmelerini karşılayan daha ‘alt-seviye’de bir prototip aramayı da içerebilmektedir. Bu yaklaşımdaki kesin olan tahminler şunlardır:

- Tasarım problemi, birbirinden bağımsız bir dizi alt-probleme bölünebilir.

Prototipler arasında ya çok zayıf bir etkileşim olur ya da hiç olmaz.

- Her bir alt-problem araştırmayla çözülebilir.

Tasarım problemleriyle ilgili olarak aslında her iki tahmin de doğru değildir. Bir sorunu çözmeye girişimi genelde yeni sorunlar doğurmaktadır. Tasarımcı olası tasarımlar uzamını keşfetmelidir. Fakat bir prototip ‘parametrik tasarım tanımı’ olarak görülürse, böyle bir keşfedişi destekleyici bir kabiliyeti olamaz, çünkü prototipler, muhtemel tasarımlar uzamının yapısını tam olarak ifade etmezler.

Bir prototipin bellekten çağırılması tasarımcıya iki tür bilgi sağlar: Tasarımcıya verilen kısıtlamalar içinde hangi olasılıkların mevcut olduğunu gösterir; daha önemlisi, olası tasarımlar uzamının yapısı hakkında genel bir bilgi içerir. Başka bir deyişle, prototip daha önce yapılan keşfedişlerin neleri ortaya çıkardığını ve bunların ne derece önemli olduğuna dair bilgisidir. Bir prototip, örneğin “A’ya ulaşmaya çalışırken B’yi kullandığın durum”u ifade eden bir kural olarak da görülebilir. Burada B, bir dizi ilişki, strateji, standart ya da jenerik çözüm veya problem dekompozisyonuna ulaşmak için bir yol gösterici ya da işaretçi olarak nitelendirilebilir. Prototipin bellekte uyandırılması, bu strateji ve ilişkileri amaca ulaşmada kullanmaya elverişli hale getirmektedir. Her ne kadar prototipler tasarım gereksinmelerinden, tasarıma dair bazı görüşler çıkarmak için kullanılabilseler de, herhangi bir çözüm girişiminin başarısız olduğu durumlarda değiştirilebilir olmalıdır.

Bir prototipi değiştirmek için, onun yapısıyla ilgili gerekçe verebilmek gerekmektedir. Böyle bir yapısal bilgi olmaksızın; bir prototip rneği, olası bölgenin sınırlarını göstermekten öte çok az Şey yapabilir. Problemin herhangi bir parçasını ‘kara kutu’ (simülasyon model ya da yöntemleri gibi) olarak görmek, prototipi değiştirmenin dolayısıyla da yeni tasarımların üretilmesinin imkansız hale gelmesi demektir.

Örneğin, tasarımcıdan belli koşullar altında belli bir yükü taşıyacak olan bir kiriş tasarlaması istendiğinde, tasarımcı hafızadan bir ‘kiriş prototipi’ çağırabilir. Her ne kadar verilen yüke karşılık gelen maximum eğme basıncı, çağırılan tek bir kiriş, prosedür ya da yöntem rneği tarafından söylense de, tasarımcının bir kiriş tasarlamak için elinde aslında bir araç yoktur. Maximum eğme basıncı ile uygulanan yükü arasındaki ilişki matematiksel olarak lineer, üslü ya da her ne olursa olsun, tasarımcının ilerlemesi mümkün olmaz. Tasarım kriterleri arasındaki ilişkilerin bilgisi olmaksızın, örneğin iki alternatif arasında herhangi bir uyuma olup olmadığına karar verilemez. Böyle bir yapısal bilgi olmadığında tasarımcının seçme Őansı yoktur.

Dolayısıyla tasarım, mevcut problemin içeriği dahilinde, tasarımcının genel stratejilerinin ve prototiplerinin değişimi ve rafine edilişi sürecine dönüşmektedir. Daha genel olarak, tasarım problemi, belli bir problemi zmek için belirlenecek ana prototiplerin nasıl geliştirileceğinin keşfedilmesi olarak görülebilir.

Hiller ve Leaman bu süreci, ‘şablon’ların ayrıntılandırılması ve değiştirilmesi olarak karakterize etmişlerdir (Logan ve Smithers, 1989). Onlar tasarımcının, tasarlarken ilişkilendirilmesi gereken hareket, yer, psikoloji ve iklim gibi birbirinden farklı birçok alanın içinde bulunduğu bir evrende yer aldığını ifade etmektedirler. Bu yapılar, tasarımcının kullandığı dilin ya da araç dizisinin (teknoloji, konsept ve tipik tasarım zmleri) içinde saklıdır.

Bu bakış açısıyla tasarım; problem ortamının dayattığı kısıtlamalarla ilişkili olan ‘uygun transformasyon ya da n-yapıların (genotip) gelişimleri’nin keşfedilme süreci olarak değerlendirilebilir. n-yapıların transformasyonu, ilişkilerin oluşumunun altında yatan keşfetme ve işleme sürecini oluşturur.

3.3.2.2. Değerlendirme

Bu bölümde ortaya konulan yaklaşım; tasarım sürecinin, olası tasarımların yapısını ortaya çıkarmak için gerçekleştirilen bir tasarım uzamı keşfi olarak görülebileceğini savunmaktadır. Tasarımcı çözümler üreterek ve bunları çözüm kriterleri bağlamında değerlendirerek başarıya ulaşabilir. Tasarımdaki ana objektif, tasarımda yapısal problemlere odaklanmış bir parça çaba sarfederek problemin yapısını anlamaktır ve ancak problemler yapılandırıldığında bu çabanın bir kısmı da onları çözmeye yönelebilir.

Problemi yapılandırma ile onu çözmeye arasında belirtilen bu ilişkilerin sağlanması, tasarım süreci ve yeni tasarımların oluşturulabilmesi için gereklidir. Prototiplerin böyle bir keşfi tabanlı tasarım modeline adaptasyonu da bu sürecin basit bir modeli olarak görülebilir. Bir prototipin mevcut problemin içeriği dahilindeki modifikasyonu oldukça ham bir model hatta bir metafor olarak düşünülebilir. Fakat işte böyle bir aşamada tasarımda yaratıcılık problemine işaret edilebilir.

3.3.3. SEED Sistemi

Bina tasarımındaki (The **S**oftware **E**nvironment to Support the **E**arly Phases in Building **D**esign) ilk aşamaları destekleyen bir yazılım ortamı olan SEED, bina tasarımındaki ilk adımlar için kullanıcıya bilgisayar desteği sağlamayı amaçlamaktadır. Buradaki hedef, prensipte, her yönüyle binaların ön tasarımında bilgisayarın kullanıcıyı asiste etmesini sağlamaktır. Bu yaklaşım bilgisayarı sadece hayal etme, analiz ve yorum için bir araç olarak değil aynı zamanda, tasarımların üretimi için daha aktif veya daha doğru olarak kullanmaktır. Daha doğrusu, bilgisayar ortamındaki tasarım temsillerinin hızlı bir şekilde üretilebilmesi amacıyla, kavramsal tasarım alternatifleri ve değişkenlerini uygun bir soyutlama seviyesinde tanımlamaktır, fakat aynı zamanda temsilin gereken giriş verilerinin tümünü alabilmek için gelişmiş yorum araçlarını devreye sokan yeterli detay seviyesine de sahip olmalıdır.

SEED yazılımının sponsorları, bu tip temsillerin yaratılmasının mevcut CAD sistemleri için önemli bir darboğaz oluşturduğunun farkındadırlar. Bu yüzden SEED yazılımını ilk tasarım keşfini destekleyemez; yani alternatif tasarım konseptlerinin hızlı

bir şekilde üretilmesi ve bunların ilgili ve ‘büyük olasılıkla da çelişen’ birtakım kriterler bağlamında hızlı bir şekilde yorumlanması konusunda destek sağlayamaz. (Flemming 1996).

Günümüzde SEED tarafından desteklenen alanlar; mimari programlama, şematik plan tasarımı ve yapı-çevre duvarı gibi fiziksel bina bileşenlerinin 3-boyutlu konfigürasyonunun üretimidir; ki bu hedeflerden her biri, modül tarafından gerçekleştirilen operasyonlar için uygun içsel bir modüle-özgü tasarım temsili kullanan bireysel modüller tarafından desteklenir. Tüm modüller için ortak olan, gelişim altındaki tasarımın karşılamak zorunda olduğu önemli tasarım gereksinimlerinin (ki bu problem spesifikasyonudur) açık bir temsilidir. Bu spesifikasyonlardır ki, SEED modüllerine, günümüz CAD sistemlerinde ele alınan tasarım temsillerinin elle üretiminde belirli bazı hedefleri otomatik hale getirmek için olanak sağlayabilmektedir. Örneğin, bir plana yeni bir oda eklendiğinde veya var olan bir oda çıkarıldığında veya bu odanın fonksiyonları değiştirildiğinde tüm odalar yeniden yerleştirilir ve yeniden boyutlandırılır.

Bir veritabanı, tasarımcılara, farklı gereksinimlere adapte olabilen ve yeniden kullanıma açık farklı tasarım versiyonlarını depolama ve yeniden düzenleme imkanı sağlamaktadır. (Yapay zeka terminolojisindeki durum-tabanlı tasarım). Sonuç olarak, veritabanı, birçok bina tipi için tekrarlayan problem spesifikasyonlarını ve tipik gereksinimleri depolamaya yaramaktadır. Dolayısıyla bu veritabanları, bilgiyi üreten tasarımcılardan bağımsız olarak, belirli bina tipleri ve fonksiyonları konusunda tasarım firmalarına deneyim bilgisi sunan önemli bir mekanizma olarak hizmet edebilmektedir. Veritabanı ayrıca, direkt olarak birbirlerine tasarım kararlarını iletmeyen modüller arasında temel anlamda bir bilgi değiş tokuşu sağlayabilir. Bu yüzden veritabanı, geniş bir fonksiyon ve kapasite yelpazesi yani, SEED ‘in içerdiği ilgi alanını sağlamak zorundadır.

3.3.3.1. SEED’in Veritabanı Gereksinimleri

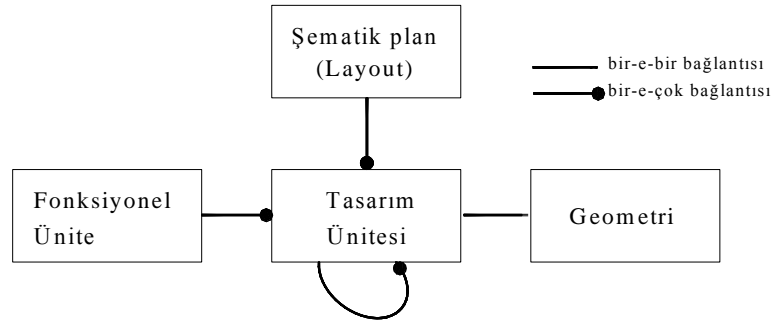
SEED’deki ilgili ana tasarım verileri, herhangi bir modül kullanıcılarının ürettiği veya o modülün oturumu sırasında değiştirdiği problem spesifikasyonları ve çözümleridir. Veritabanı, benzer bir tasarım projesi için tekrar kullanılacak alternatif formülasyonların yanı sıra, bu bilgi parçalarının değişik versiyonlarını da

içermektedir. Dahası ilgili veriler, farklı tasarım projelerinde yeniden kullanılabilen bilgiyi genişletmektedir; tekrarlayan tasarım problemleri için standart problem formülasyonları ve bu problemlere getirilecek standart ya da 'jenerik' çözümler gibi. (Yapay Zeka yaklaşımında buna karşılık gelen terimler kullanılırsa, SEED veritabanı durum-tabanlı tasarımı desteklemelidir denilebilir) (Flemming 1996).

SEED modülleri, genellikle tasarım bilgisini nesne-yönelimli temsiller anlamında ele alıp temsil etmektedir, çünkü bunlar tasarım destek sistemlerinde gelişmiş bir standart niteliğindedirler. Ayrıca, bu bilgi normalde izole nesnelere şeklinde ele geçirilmez fakat nesne konfigürasyonu şeklinde (muhtemelen kompleks) yani, birbirine bağlı ve birleşmiş nesnelere ağ örgüsü şeklinde tutulurlar. Örnek olarak, Şekil 3.6 SEED-Planı (SEED-Layout, SL) tarafından kullanılan nesnelere ve ilişkileri göstermektedir, SEED'deki şematik planların üretimini destekleyen bir modül, bir plan spesifikasyonunda tanımlanan bir plan problemini karşılayan orta seviyede veya tam olarak bitmiş bir çözüm olarak bir planı temsil etmektedir (Flemming 1996). Bir şematik plan, plandaki bağımsız odaları mekanları veya zone'ları temsil eden bir tasarım üniteleri bütünüdür. Her bir tasarım ünitesi, kendisinin plandaki yerini ve biçimini tanımlayan bir geometri nesnesine bağlıdır. (SL'nin günümüzdeki versiyonu, önceki şematik planlardaki gevşekliği elde edebilmek için tasarım ünitelerini sadece köşe koordinatlarının koordinat aralıkları şeklinde verildiği dikdörtgenlere bağlamaktadır). Bir tasarım ünitesinin ayrıca, kendisinin hemen üstünde, altında, sağında ve solunda yer alan tasarım ünitelerine de açık bağlantıları vardır. Dahası her bir tasarım ünitesi, tasarım ünitesinin karşılamak zorunda olduğu gereksinimleri birleştiren bir fonksiyonel ünite ile işbirliği yapmaktadır (diğer tasarım üniteleriyle arasında olması beklenen ilişkilerin yanı sıra genişlik ve alan gereksinimleri). Bir plan, daha yüksek bir soyutlama seviyesine sahip başka bir planda yer alan bir tasarım ünitesinin bir bileşeni olabilir, yani o planın bir alt planı olabilir.

SEED' deki modüller için tasarım bilgisini değiş-tokuş etmenin tek yolu interaktif olarak araştırma yapma ve bellekte depolanmış olan nesnelere geri çağırma. Dolayısıyla modüller, veritabanı içinde gezinmelerine olanak sağlayacak bir arayüze ihtiyaç duymaktadırlar. Bu arayüz, modülün kullanıcıya modülün özgün bir parçası şeklinde görünmelidir. Bu da demektir ki sistemde, modül arayüzleri

vasıtasıyla veritabanı ile eş-zamanlı bir etkileşime ihtiyaç duyulmaktadır. Bu genellikle, veritabanı terminolojisinde çalışma uzamı yönetimi olarak değerlendirilmektedir. Modüller umut verici görünen herhangi bir temsili içsel olarak kullanmaya olanak tanıdığından, görevine bakılırsa ve bu temsilin veritabanı şemasından farklı olduğu farz edilirse (tüm modüllerin bilgi ihtiyaçlarını barındırmak zorunda olan); veri tabanından nesnelerin geri çağırılması için bir temsil tercümesine ihtiyaç duyar, eğer şema haritası çıkarılamıyorsa. Aynı durum bu olayın tersi için de geçerlidir, yani bir veritabanında bir nesneyi saklamak için.



Şekil 3.6. SEED'in şematik plan temsili (basitleştirilmiş) (Flemming, 1996).

3.3.3.2. Sistemdeki Konfigürasyon Yönetimi

Bir konfigürasyonda nesnelere arasındaki ilişkiler, farklı veritabanı olayları altında farklı şekillerde davranır, dolayısıyla uygun olarak yönetilmelidir. SEED veritabanının, konfigürasyon yönetimi şeklinde tam anlamıyla ele alması gereken veri tabanı olayları aşağıdaki gibidir:

-Yarat- Bir konfigürasyonda bir nesne yaratıldığında; veritabanı hangi birleşik nesnelere de aynı zamanda otomatik olarak yaratılacağını bilmelidir. Örneğin, SL'deki bir tasarım ünitesi, her zaman bilinen tipteki bir geometri nesnesiyle ilişkilidir ve bu geometri nesnesi tasarım ünitesiyle birlikte onun içsel bir parçası olarak yaratılmalıdır. Öte yandan, aynı tasarım ünitesine bağlı olan fonksiyonel ünite, otomatik olarak yaratılamaz çünkü, zaten var olabilir; ve bu fonksiyonel ünite spesifik olarak belirtilmediği her durumda, bir SL operasyonu tarafından uygun fonksiyonel üniteler arasından seçilmelidir. (Kullanıcıyla etkileşim içinde olarak). Eğer birbirine bağlı nesnelere yaratılacaksa, bu nesnelere arasındaki ilişkinin önemi, yaratılacak nesnelere sayısını belirlemektedir. Ek olarak, varsayımsal (default)

nesneleri yaratmak için prototipik nesnelere kullanılabilir, aksi takdirde, nesnelere kendi doğal özelliklerinin varsayımsal değerlerinden başlatılırlar.

-Sil- Tersine, bir konfigürasyondaki nesne silindiğinde, veritabanı, onunla ilişkili hangi birleşik nesnelere de silineceğini bilmelidir. Yukarıdaki örnekte, bir tasarım ünitesiyle ilişkili olan bir geometri nesnesi, tasarım ünitesiyle birlikte silinmelidir, fakat birleşik fonksiyonel ünite silinmemelidir, çünkü bu fonksiyonel ünite, diğer plan versiyonları ya da alternatiflerindeki tasarım üniteleriyle ilişkide olabilir.

-Kopyala- SEED’de bir konfigürasyonu kopyalama, yeni bir tanıtıcıyla tam bir ‘derin’ kopyanın oluşturulması anlamına gelir. Bu da genellikle, konfigürasyondaki tüm nesnelere kopyalandığı ve orijinallerinin bağlı olan ağ örgüsüne kopyalarının da bağlı olacağı demektir. Fakat istisnalar olabilir ve bu istisnaları belirlemek de mümkündür.

-Bağla (Anchor)- SEED’de bir konfigürasyonu bağlamak demek, mevcut zaman niteliklerine dayanarak geri çağrılan aynı tanımlayıcı altında farklı bir konfigürasyon versiyonu yaratmaktır. Bu durumda, konfigürasyon yönetimi, tamamen bir modülün bu durumu nasıl değerlendirme niyetinde olduğuna bağlıdır. Örneğin, SL bir planın yeni versiyonunu yarattığında, sahip olduğu tasarım ünitelerini kopyalar ve kopyalara değişiklikler uygular (tasarım ünitelerinin eklenmesi ve silinmesi dahil), fakat aynı fonksiyonel ünitelere bağlantıları sağlar, yani plan bu fonksiyonel üniteleri ayırmanın farklı bir yöntemini temsil etmektedir. Kullanıcı bu planı veritabanında bağladığında, veritabanının yeni planda kurulan ilişkileri içeren yeni tasarım ünitelerini yaratmasının yanında mevcut problem spesifikasyonunda var olan fonksiyonel üniteleri bu ünitelere birleştirmesini bekler.

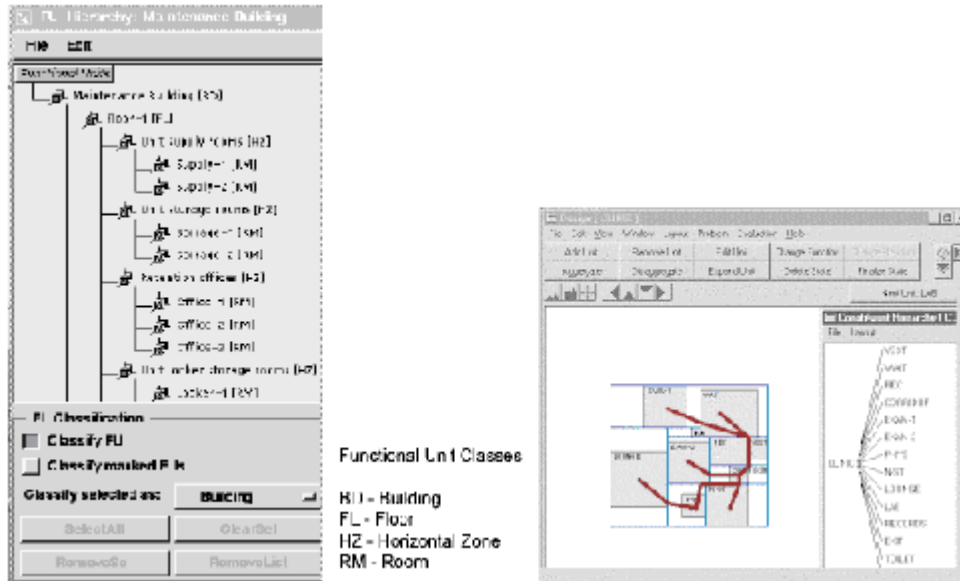
-Üstüne yaz- Üstüne yazmak, aynı saptayıcıya sahip bir konfigürasyonla veritabanında yer alan bir konfigürasyonun yerini değiştirir, fakat yeni bir zaman mührü vardır. Konfigürasyon yönetimi bağlamaya benzer bir şekilde ilerler (Flemming, 1996).

Nesne-tabanlı temsillerdeki nesnelere, alt-sınıfların özellikleri süper-sınıflardan kalıtsal olarak aldığı sınıflara veya alt-sınıflara aittirler. SEED’i destekleyen veritabanı, bu tip kalıtımı destekler bir nitelikte olmalıdır yani, bir nesne geri çağrıldığında, ait olduğu süper-sınıfların tüm özellik ve davranışlarını kalıtsal olarak

almalıdır. Bununla birlikte, SEED geliştiricileri, veritabanının sadece tek seferlik mirası desteklemek zorunda kalmasına kara vermişlerdir çünkü, çoklu kalıttaki anomali ve tutarsızlıklar, farklı programlama dilleri ve nesne-tabanlı temsillerle tutarlı olarak çözülemezler.

Tek seferlik kalıtım, nesne-tabanlı gelişimin kilometre taşlarından biri olan ve paralel olmayan modüleritesini veren, polimorfizmi garantilemek için bir modülde dikkatlice kullanılmalıdır (Flemming, 1996). Kalıtsal olarak alınan davranışı tamamlamak ve genellikle daha sağlam manada istenilen davranışın ayrıntılarının farkına varmak için delegasyon ve kompozisyon teknikleri kullanılabilir.

Daha yüksek seviyedeki ünitelerin daha düşük seviyeler içerdiğinde, fonksiyonel ünitelerin uzamsal konfigürasyonlarının oluşumunu destekleyen bir modül ara yüzünü programlamanın bir parçası Şekil 3.7’ de gösterilmektedir (bir ilişki parçasının özel bir formu). Ara yüz aynı zamanda, bağımsız fonksiyonel ünitelerin ait olduğu sınıfları da göstermektedir.



Şekil 3.7. SEED’deki Fonksiyonel Ünite Sınıflandırması (Flemming, 1996).

Kalıtım, sınıflandırma amaçları için basitçe kullanılmamalıdır. Bununla birlikte, veritabanındaki nesnelere, çoklu ve gerekli ortogonal sınıflandırma hiyerarşileri üzerinden sınıflandırmak mümkün olmalıdır. Örneğin, SL’de kullanıldığı gibi bir uzamsal fonksiyonel ünite aşağıdaki gibi sınıflandırılabilir:

-oda- mekan yerleştirme sırasında ilgili bir davranışla birlikte sınıflandırılabilir: oda başka mekanlar tarafından bölünmeye uğramayacağını ve bu gibi girişimlere karşı koyacağını bilir.

-ofis- böylece bir enerji veya yapısal analiz programı bazı makul termal veya gravite yükü varsayımları yapabilir; ayrıca 'ofis' ticari bir kullanımın alt-sınıfı olabilir, yani bir bina kod kontrolörü için anlam arz edebilir.

-kamu veya özel alan- böylece bir planda acil bir çıkış yolu bulmaya yarayan yolbulma algoritması, ofisin içinden mi geçeceğini yoksa etrafından mı dolaşacağını bilir.

3.3.3.3. Örnek İndeksleme ve Geri Çağırma

Yeniden kullanılabilen problem spesifikasyonları ve çözümler, bir çeşit indeks taramaya dayanarak veritabanından geri çağrılabilir olmalıdır, yani kullanıcı uygun nesneyi hatırlamaya gerek duymamalıdır (örneğin ismiyle) çünkü, nesne aslında farklı bir kullanıcı tarafından yaratılmış olabilir. Bu kapasite mevcut CAD sistemleriyle desteklenememektedir. İndekslerin kendileri kompleks nesne spesifikasyonları olabilirler, örneğin, fonksiyonel ünitelerin bir hiyerarşisi ve bu fonksiyonel üniteleri benzer bir hiyerarşi ve içerik dahilinde ayırmak için planları araştırmada kullanılan bir tasarım içeriği.

Çoklu sınıflandırmalar örnek geri çağrımında özel olarak önemli bir rol oynarlar. Bir modül kullanıcısı veritabanından mevcut bir tasarım problemi için umut veren çözümler bulmayı istediğinde, kendi problem spesifikasyonu benzer problem spesifikasyonlarına bağlı olan çözümleri bulmak için bir indeks olarak kullanılmalıdır. Problem spesifikasyonları sırayla, Şekil 3.7' de gösterilen örneğe benzer karmaşık nesne konfigürasyonları olabilir. Bu tip spesifikasyonları karşılaştırmak için, bilgisayarlı açıdan pahalı olan ve bir veritabanında tüm problemler için gerçekleştirilemeyen, fakat algoritmayla uyumlu bir çeşit yapı veya grafik formu kullanılmalıdır. Dolayısıyla sistemde sınıflandırma, bir filtre olarak, yapısal açıdan en umut verici olanlarla uyulaşan konfigürasyonların sayısını sınırlandırmak için kullanılmaktadır.

Örnek-tabanlı tasarım için destek bir yana, çoklu sınıflandırma standart veya varsayımsal özellikleri olan nesne prototiplerini geri çağırma uygun olmalıdır. Örneğin, veritabanı 'büyük ofis' olarak sınıflandırılan bir 'oda'yı standart mekan gereksinimleriyle birlikte geri çağırıp; 'yönetici ofisi' adıyla gelişim içindeki bir problem spesifikasyonu içine katıp kullanabilmektedir.

3.3.3.4. Sistemdeki Kısıtlama Yönetimi

Veritabanı, doğal özellik değerleri ve ilişkilerindeki kısıtlamaları, verilerin temelde iyi biçimlendirilmiş olmasını garantilemek için kabul etmeli ve yönetmelidir; örneğin, bir modül bir güneş ışınının spesifik bir gündeki yükseklik değerini veri tabanından geri çağırdığında, açılar beklenen aralıkta olup olmadığını kontrol etmek zorunda olmamalıdır. (0°-90° derece arası). Öte yandan, veritabanından, fiziksel terimlerle bir tasarımın iyi formda olması için zorlaması beklenemez. Bunun için bazı önemli teorik ve teknik sebepler vardır. SEED'in cesaretlendirmeye çalıştığı, tasarımın araştırmacı doğasını, 'açık uçlu bir uzamda' tasarıma önderlik etmektedir: tasarımcılar bir fikir peşine düşebilirler ve sonra bu fikri bitirmeden terk edebilirler; en azından bir süre için de olsa bu bitmemiş ve olası tasarım durumlarını veritabanında saklamalıdır çünkü, bunlardan hangisinin sonradan nihai tasarıma sebep olacağını bilmeyebilirler.

Veri değiş-tokuşunun ana metodu veritabanını kullanır; statik dosya değiş tokuşu, sağlam bir iletişim veya revizyon yönetimi sağlayamaz. Veritabanının içeriği zamanla evrimleşir ve 'enteresan' değişikliklerin bir kaydını tutar. Veritabanı aracılığıyla modüller arasındaki bu tasarım verileri anlamındaki değiş-tokuşu, mutlaka semantik olarak doğru ve her zaman tercüme (veritabanı şeması ve iç model arasında) olarak tanıyan nitelikte olmalıdır. Her ne kadar birbirinden bağımsız olan modüller içsel tasarım temsilleriyle çalışsa da, (genel çalışma uzamına ters olarak) aynı veritabanı nesnesi üzerinde çalışabilir ve onu farklı şekillerde değiştirebilirler. Bu eş zamanlı modifikasyonlar etkili bir geçiş mekanizması aracılığıyla bir veritabanı tarafından doğru olarak yönetilmelidir. Ayrıca, hem kullanıcılar hem de modüller nesne değişiklikleriyle ilgili olarak bilgilendirilmelidirler.

3.3.3.5. SPROUT Bileşeni

SEED Sisteminde her bir bileşen için farklı yazılım sistemleri kullanılmaktadır fakat, bunların fonksiyonellikleri tek bir ticari sistemde birleşemez. Dolayısıyla, sistemin kendisinin bu fonksiyonelliklerin entegrasyonunu sağlaması gerekmektedir. Buradaki yaklaşımı, birçok yazılım kapasitelerini birleştiren bir model ortamını tanımlamak ve uygulamak, sonuçta da modelleri işletmek ve ürünü oluşturmak için gereken uygun soyutlama seviyelerini sağlamaktır. Böyle bir model ortamının hem verileri hem de davranış spesifikasyonu içermesi gerektiği için, veri yönetim programlarının belirlenmesine ve bunların çeşitli bilgisayar sistemlerinde uygulanabilmesine olanak sağlayacak platformdan-bağımsız bir çalışma sistemine ihtiyaç duyulmaktadır.

SPROUT (SEED Representation of Processes, Rules and Objects Using Technologies) diğer temsillerin üretildiği ortak şemaları destekleyen bir şema-tanımlama dilidir (Flemming, 1996). SPROUT nesnelerin ve sınıflandırmaların tanımlandığı, depolanması gerekenler de dahil, bir bilgi modelleme ortamı sağlamaktadır.

SPROUT sadece verilerin değil ama aynı zamanda davranışın da belirlenip uygulandığı bir ortam sağlamaktadır. Ortak bir SPROUT şeması, paylaşılan bilgi modeli anlamında iletişim kurmak için modül geliştirme takımlarına olanak tanır. Aslında, ortak ilgi konseptlerinin genel olarak anlaşılmasını sağlamada önemli bir anlamı vardır.

Ayrıca şema, birçok veri koleksiyonunun yarı-otomatik üretimi için olanak sağlar:

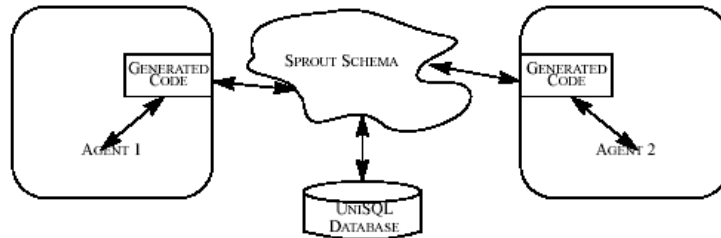


Figure 3 : Shared SPROUT Schema and Language Binding Code

Şekil 3.8. SPROUT Bileşeni (Flemming , 1996).

Bu kapasiteye bakarak, SEED modülleri ve kullanıcıları bilgiyle iletişim kurabilir ve çeşitli nesne konfigürasyonları kullanımı için işbirliği yaparlar. Bağımsız bir modülün yaptığı nesne üzerindeki değişiklikler, olaylar şeklinde ele alınabilir.

Çeşitli içsel tasarım modelleriyle bağımsız yazılım modüllerinden oluşan bir heterojen tasarım ortamını desteklemeyi amaçlayan bir veritabanı, herhangi bir veritabanı sisteminin karşılayamadığı gereksinimleri yerine getirir. Bu veritabanının tasarımı ve uygulaması, ayrıntılı yazılım mühendisliği çabasının bütünsel bir parçasıdır. Bir SEED takımı, alanların spesifikasyonu ve sınıflar, ilişki tipleri ve davranışları ve çoklu sınıflandırmalara olanak veren, Model dili SPROUT'da belirtilen paylaşılmış bilgi modeline dayanan, dış ve ev içi bir yazılım yaklaşımı geliştirir. Sprout çalışma sistemi yazılım modülleri ve veritabanı arasındaki iletişimasyonu organize ve koordine eder.

3.3.4. KAAD Sistemi

Mimari tasarımın farklı yönlerine odaklanarak ve tasarımcıların bu yönleri daha iyi koordine edebilmesi ve yönetmesine yardımcı olabilmek amacıyla geliştirilen bilgi-tabanlı tasarım modellerinden biri de KAAD (Knowledge-based Assistant for Architectural Design) Sistemidir. Sistem (Carrara G. ve diğ., 1998) tarafından hastane, okul, fabrika gibi yapıların bilgisayar ortamında tasarımına yardımcı olmak amacıyla oluşturulmuştur.

Bilgisayar destekli tasarım alanında önerilen her bir model tasarım sürecinin belirli bir paradigmasına dayanmaktadır. Bu paradigmlar ve onları uygulayan bilgisayar sistemleri değişik biçimler olsa da, temelde bu modeller tasarımın iki farklı yöntem yaklaşımından biri ya da diğerinin kurallarına dayanmaktadır (Carrara G. ve diğ., 1998). Bunlardan 'Puzzle making / bulmaca çözme' olarak adlandırılan (Archea 1987) ilki, bazı kriterlere göre başarılı olduğu kanıtlanmış olan benzer problemler için daha önceden geliştirilmiş birtakım tasarım çözümlerinin yeni tasarım problemine adapte edilmesine dayanmaktadır. Bu çözümler, benzer tasarım çözümlerinin adapte edilebileceği prototip statüsünü kazanmaktadır. 'Problem – solving / Problem çözme' olarak adlandırılan ikinci yaklaşım (Carrara G. ve diğ., 1998) ise, önceden tanımlanmış hedeflere ve kısıtlamalara en uygun cevabı bulmak için tümevarımsal bir araştırma yöntemiyle yeni bir tasarım oluşturmaktır. (Gross ve

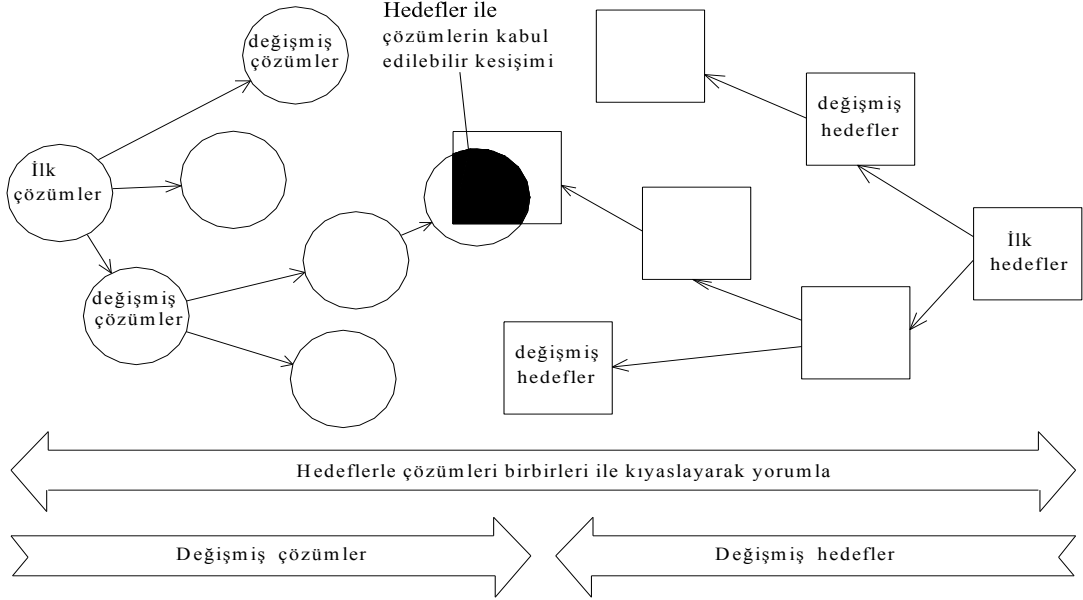
diğ., 1987). Bu yaklaşım Newell ve Simon tarafından geliştirilmiş olan anlam - sonuç analizinin en iyi bilinen paradigmasıdır. Mimaride, bu paradigmaya en açık biçimde Bauhaus tarafından açıklanan fonksiyonel geleneklerde (form follows function) örnek gösterilebilir. Bu yaklaşım, tasarımcının tatmin edici bir tasarım çözümü bulması ve elde etmesi için probleme dair hedeflerin genel tanımıyla başlamasını gerektirmektedir (Mitchell 1987). Bu iki yöntem aslında pratikte bir arada var olabilmekte ve tasarımcılar tarafından dönüşümlü olarak uygulanabilmektedir. Bu nedenle her iki yaklaşım da birbirini tamamlayıcıdır, pratikte bölünemez ve genellikle değiştirilemez.

KAAD Sisteminde her iki yöntemi de kullanan bilgisayar destekli bir yapı tanımlamak amaçlanmaktadır ve mimari tasarım, önceki deneyimlere ve bilgilere dayanan bir hedef-yönelimli araştırma süreci olarak ele alınmaktadır. Bu sürecin amacı istenen davranışları ve mekansal özellikleri elde ederken, kültürel, sosyal, çevresel ve diğer normlara dayanan bir obje (ya da çevre) tanımlamaktır. *Çözüm* olarak tasarlanmış obje referans alınmaktadır ve istenen davranışsal ya da mekansal gereksinimleri karşılamak için yapılan çalışmaya *hedef* denmektedir. Tasarım süreci, projenin sosyal ve kültürel yapısı içinde hedefler ve çözümler arasındaki diyalog olarak değerlendirilmektedir. Diyalog, başlangıç hedeflerini ve çözümlerini, onların bulunan bir çözümün kabul edilebilir performans kriterlerini sağlamasına kadar adapte edip değiştirmektedir. Tasarımcı sürekli, istenilen davranış özelliklerini sağlamak için ortaya çıkan çözümün beklenen performansını tahmin etmek, karşılaştırmak ve hem hedefleri hem de çözümü aranan kriterler sağlanana kadar değiştirmek zorundadır. Bu süreç şematik olarak Şekil 3.9'da gösterilmiştir.

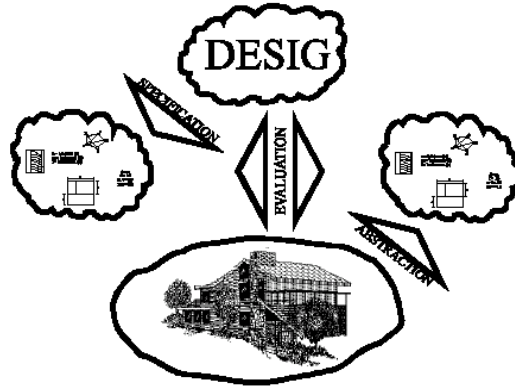
Tasarım süreci genellikle müşterinin genel olarak çözümde görmeyi istediği özellikleri karşılayan bir *gereksinim* kümesi tanımlanarak başlar (burada *hedefler* olarak ifade edilmektedir). Çözümün *beklenen* davranışı çıkarılmıştır ve gereksinimler tarafından tanımlanan *istenilen* davranışlar ile karşılaştırılmıştır. Tasarım süreci, hem gereksinimleri hem de çözümü bu amaç doğrultusunda değiştirir. Bu süreç Şekil 3.10'da gösterilmiştir.

Hedeflerin yaratıldığı süreç, aslında analitik ve tündengelimlidir. Bu süreç, gereksinimler kümesini tanımlayarak başlar. Çözümleri yaratan süreç ise, tümevarımsal ve sezgi yolu ile öğrenilen bir niteliktedir. Diğer talep edilen

davranışlar (biçim, stil, vs.), gereksinimleri karşılayan performans kriterlerine sahip görünen bir çözümü keşfetmek ya da uygulamak ile başlar. Başlangıç çözümü, gereksinimler tarafından belirlenmiş istenen davranışların özetini yaratan tündengelimsel çıkarım süreci ile analiz edilir.



Şekil 3.9. “Tatmin edici” çözüm için arama süreci olarak tasarım (Carrara G. ve diğ., 1998)



Şekil 3.10. Tasarım sürecindeki sınıflama ve özetleme (Carrara G. ve diğ., 1998)

Bir kere bir çözüm tümevarımsal çıkarsama süreçleri tarafından ortaya çıkarıldıktan sonra, daha ileri tündengelimsel çıkarsama süreçleri tarafından analiz edilirler. Bu süreçler esasında, hedefler tarafından belirlenmiş istenen davranışlar ile karşılaştırılan beklenen davranışların özetini geliştirmek için çözümün karmaşıklığını azaltır. Tasarım süreci ilerledikçe, çözümler ve hedefler, beklenen davranış, istenen davranışa yakın oluncaya kadar değiştirilir ve yenilenir.

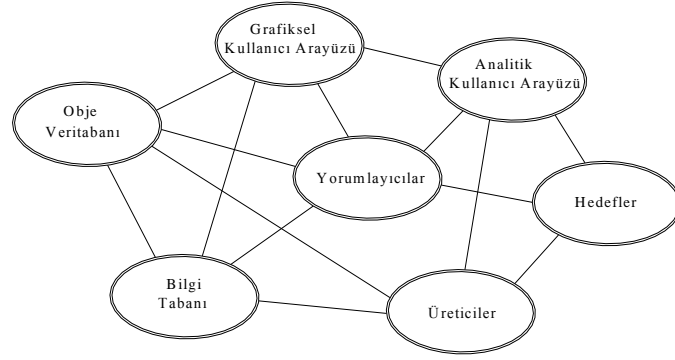
3.3.4.1. KAAD Sistemindeki Tasarım Modeli

Sistemde, mimari tasarımı desteklemek için, mimarlara, enfeksiyonlu hastalıkları iyileştirmek için oluşturulacak bir binanın, tasarım süreci içinde tasarım hedeflerini belirlemek, var olan tasarım çözümlerini adapte etmek ya da yenilerini yaratmak, beklenen performanslarını değerlendirmek ve belirli hedeflerle kıyaslamak için bir ortam yaratmak hedeflenmiştir.

Tasarım çözümlerinin adapte edilmesi ve saflaştırılması bilgi tabanlı kapsama protokolü ile desteklenmiştir. Bilgi-tabanı; duvarlar, pencereler, kapılar, banyolar, evler, okullar, hastaneler vb. gibi yapı ve yapı objeleri için ilgili pek çok bilgiyi içermektedir. Bilgi tabanı sadece *sentetik* bilgiyi (form, materyal, bedel vs) değil, aynı zamanda bilginin anlamını ve konusal ilgisini açıklayan *anlambilimsel* yönünü içermektedir (örneğin, yangın anında belirli bir pencerenin acil çıkış olması). Belirli çözümler, prototiplerden problemin özel yapısına adapte edilerek, boyutları, ilişkileri, yerleşimleri ve belirli performans kriterlerini ekleyerek çıkarılabilir.

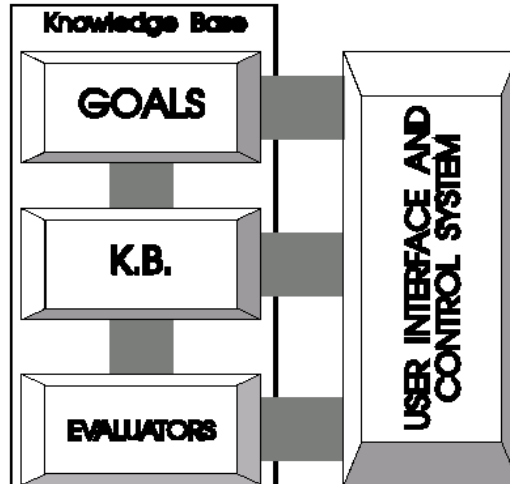
Grafiksel ve analitik kullanıcı arayüzü, sistem ve tasarımcı arasındaki iletişimi sağlamaktadır. Sistemin fonksiyonel şeması Şekil 3.11’de gösterilmektedir. Bu şema aşağıdaki ana bileşenleri içermektedir:

- Grafiksel kullanıcı ara yüzü
- Analitik kullanıcı ara yüzü (metin, diyagramlar vs)
- Projeye özel obje veritabanı (ortaya çıkan tasarım çözümlerini kapsayan objeler hakkında geometrik ve geometrik olmayan bilgi)
- Projeden bağımsız bilgi-tabanı (prototipler ve diğer standart çözümler)
- Projeye özel hedefler
- Projeden-bağımsız yorumlayıcılar
- Projeden-bağımsız çözüm üreticileri (algoritmalar, uzman sistemler, vs.)



Şekil 3.11. KAAD 'ın Sistem şeması (Carrara G. ve diğ., 1998)

KAAD Sisteminin genel yapısı ise Şekil 3.12'deki gibidir.



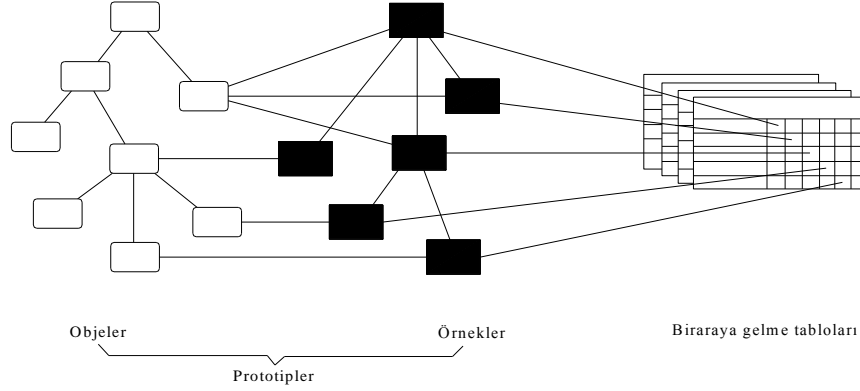
Şekil 3.12. KAAD Sistemi'nin yapısı (Carrara G. ve diğ., 1998)

3.3.4.2. Modeldeki Veritabanı

Sistemdeki veritabanı, ortaya çıkan tasarım çözümünü biçimlendiren objeleri saklayan sistemin yazılımsal bir parçasıdır ve üç ana bileşenden oluşmaktadır: (Şekil 3.13)

1. Mobilya ve bina bileşenlerinden binanın tamamına kadar değişen üretme objeleri.
2. Yaratılan objelerin boyutlandırıldığı, belirli değerler atandığı (örneğin renk) ve belirli konumlara yerleştirildiği, obje örnekleri.

3. Ortak tavrı paylaşan obje gruplarına erişimi sağlayan toplanma matrisi (Örneğin, birinci kattaki tüm mobilya)



Şekil 3.13. Veritabanı şeması (Carrara G. ve diğ., 1998)

Objeler ve kavramları göstermek amacıyla pek çok bilgisayar destekli yöntem geliştirilmiştir. Objeler tipik olarak koleksiyonları ve ilgili davranışları tanımlayan bir terim olan *kayıt* biçimini almaktadırlar. Örneğin, bir SANDALYE; şekli, boyutları, materyali, maliyeti ve benzeri özellikleri tarafından temsil edilebilmektedir. Bu temsil hem *tanımlayıcı* hem de *fonksiyonel* özellikler içermektedir. Tanımlayıcı özellikler objenin fiziksel özelliklerini gösterirken, fonksiyonel özellikler, değişen koşullar altında objenin performansı ve davranışı gibi fiziksel olmayan özelliklerini belirler. Örneğin, SANDALYEnin fonksiyonel özellikleri kararlılık, dayanıklılık ve destek gibi özellikler içermektedir.

Sistemdeki yapı, bazı yapısal elemanları kullanmaktadır; örneğin mekan birimleri (SU), yapı birimleri (BU), fonksiyon elemanları (FE) ve fonksiyonel sistemler (FS).

Veritabanı; hiyerarşi, topolojik, geometrik ve fonksiyonel yapılandırma prensiplerini kullanmaktadır. Bunlar *prototipler*in temsilini oluşturmak için SU, BU, FE ve FS'ler ile birleşir. Bir obje ve onun özellikleri arasındaki ilişki sabittir. Ancak özelliklerin *değerleri değişkendir*. Tasarımda kullanılan fiziksel objeler için, objenin biçimini ve mekandaki yerini bazı referans mekanlara göre tanımlayan değeri ve belirli bir geometrideki *şekil* özelliği olmaktadır. Ayrıca madde birleşimi, yapısal özellikler, maliyet, ısısal özellikler ve benzerleri için de özellikler bulunmaktadır. Ek olarak, objenin *fonksiyonunu* ve bu fonksiyonun konu tarafından nasıl etkileneceğini tarif

eden özellikler mevcuttur. Ayrıca veritabanı içerdiği bilgiye kesinlik sağlayan ve dışarıdan gelen işlemciler (örneğin tasarımcı) tarafından neden olunan değişiklikleri destekleyen bilgi içermektedir.

3.3.4.3. Sınıflandırma Yapısı

Sistemdeki birçok obje tarafından paylaşılan özellikleri saklamak için gereken mekan sayısını azaltabilmek amacıyla bir *sınıflandırma hiyerarşisi* kullanılmaktadır. Sınıflandırma, her obje için paylaşılan özelliklerin ayrı ayrı belirlenmemesi gibi, aynı türden objelerin sınıflarıyla birleşen bireysel objeleri de sağlamaktadır. Örneğin, MUTFAK ve YATAK ODASI, “odalar” sınıfının içindedir fakat aynı zamanda “kapalı mekanlar” sınıfının da bir alt sınıfıdır.

Sistemdeki *kalıtım* yaklaşımı, hiyerarşi içinde ait olduğu sınıftan çıkarılabilecek bilgiyi toplayan hiyerarşi genellemesini ters çeviren bir mantıksal tümdengelim mekanizmasıdır. Bir obje üst sınıflarına ait objelerin tüm özelliklerini kalıtımsal olarak almakta ve sınıfındaki diğer objeler tarafından paylaşılmayan karakteristik özelliklerine eklemektedir. Bu bilgi, geri dönüşte, bilgiyi ekleyenden daha fazla özelleşmiş objeler tarafından kalıtımsal olarak alınır. Örneğin, YATAK ODASI bir çeşit odadır, bu nedenle ODAnın (duvarlarla çevrelenmiş iç mekan) özelliklerini alır. Ancak ODAnın ve YATAK ODASının (örneğin, uyumak için kullanılan sessiz bir yer) özelliklerini alan EBEVEYN YATAK ODASI ve ÇOCUK YATAK ODASI söz konusu olduğunda genel bir sınıftır ve bu özelliklerini ebeveyn yatak odası için İKİZ YATAK ve çocuk yatak odası için TEK YATAK gibi özelleşmiş özelliklerine eklemektedir.

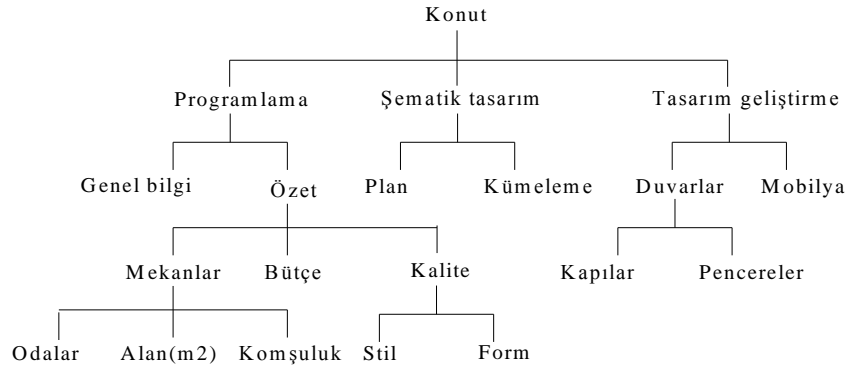
3.3.4.4. Modeldeki Hedefler

Sistemin tasarımdaki amacı, aranan çözümün *istenen performansları* karşılaması olarak ifade edilmiştir. Ya da önerilen çözümün sağlamak durumunda olduğu gereksinimler ya da *kısıtlamalar* olarak da belirlenebilir. Kısıtlamalar iki kategoridedir:

1. *Dışsal* kısıtlamalar; yer çekimi, rüzgar mukavemeti, yapı kodları gibi
2. *İçsel* ya da *tasarım* kısıtlamaları, bütçe, oda sayısı, fonksiyon, stil gibi

'Kati' kısıtlamalar olarak adlandırılan birinci tip, çözüm tarafından sağlanır ya da sağlanmazlar (bunlar geçme/kalma sınırlamalarıdır) (Carrara G. ve diğ., 1998). 'Esnek' olarak adlandırılan ikinci tip kısıtlamalar ise, tasarım sürecindeki farklı aşamalarda sağlanabilirler. Bu tipte belirli bir kısıtlamayı sağlayabilmek diğer kısıtlamaları sağlayabilme derecesine bağlıdır.

Sistemin hedefi, kısıtlamaların belli kombinasyonlarla istenilen performans değerlerini sağladığı başarılı tasarım çözümlerini üretmektir. Bir hedef kısıtlama şeklinde de ifade edilebilir. Kısıtlamalar ile hedefler arasında kalıtsal bakımdan bir fark yoktur, bunlar birarada hiyerarşik bir yapı oluştururlar. Örneğin bir konut tasarımı için hedef hiyerarşisi Şekil 3.14'te gösterilmektedir;



Şekil 3.14. Bir konut tasarımı için hedef hiyerarşisi (Carrara G. ve diğ., 1998).

3.3.4.5. Modeldeki Yorumlama Mekanizması

Sistemdeki yorumlama yaklaşımı, *elde edilenler* (ya da *elde edilmek üzere projelendirilenler*) ile *elde edilmek zorunda olunanları* karşılaştırma süreci olarak adlandırılabilir. Bu nedenle, *çözümün gerçek performansı* ile *tasarım amaçlarıyla saptanan beklenen performans arasındaki uyum* olarak tanımlanmaktadır. Yorumlama, tasarım araştırma sürecini biçimlendirir. Tasarım sürecinin hedeflerini tanımlar, açıklar ve onları elde etmek üzere harekete geçer. Yorumlamanın amacı, ortaya çıkan çözümün içinde car olan yanlışı belirlemek ve onu geliştirmek için yapılması gerekeni yapmaktır. Tam tersi, eğer çözüm uygun olarak tanımlanıyorsa (çünkü, belki de uygunluğu garantileyen bir algoritma tarafından geliştirilmiştir) yorumlamaya gerek yoktur. Yorumlama mekanizması, istenen ve elde edilen performanslar arasındaki farkı ölçmeye çalıştığı için alandan-bağımsızdır. Bu nedenle, doğal bir süreç olarak ve geliştirilebilen değerlendirme performansları için

genel yöntemler olarak kabul edilebilir (Carrara G. ve diğ., 1998). Bununla beraber, belirli değerlendirmelerden işlemsel sonuçlar çıkarabilmek için, tanım kümesine özel bilgi ile birleştirilmektedir.

Tipik mimari tasarım problemleri farklı hedefler içerirler. Her hedef, kendine ait teknolojik, çevresel, sosyal, ekonomik ve diğer gereksinimlere sahiptir ve her biri yıllar boyunca süren hassas çalışmaların hatta uzmanlaşmanın konusu olmuştur. Bağımsız objeler, birbirlerinden bağımsız olmadıkları halde: yapı çevresinde bir bütüne dahil edildikleri zaman, bir hedefi elde etmeye yönelik tasarım kararları, başka bir hedefi elde etme isteği ile çatışabilmekte ya da onu destekleyebilmektedir. Bu nedenle tasarımcı belirlenen bağımsız objelerin bir bütün olarak tasarım çözümünün yararı doğrultusunda ikilik çıkaran etkilerini ve yan etkilerini tekrar gözden geçirirken belirlenmiş bağımsız objeleri elde etmelidir.

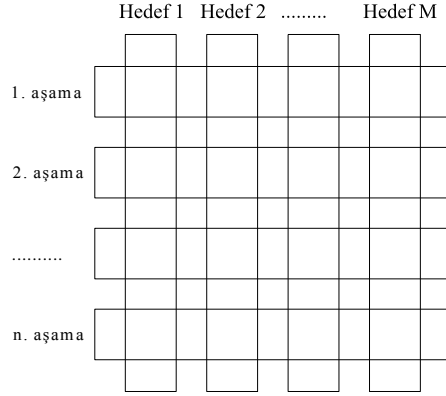
Tasarım sürecinin aşamalar halinde hiyerarşik bir düzene getirilmesi için iki ayrı yöntemin birleştirilmesi gerekmektedir:

1. Tasarımcının, bir çok tasarım hedefi elde etmek için, özeti *bir* seviyesine *birleşik* bir çözüm araştırmak için odaklandığı yöntem
2. Tasarımcının, *belli* bir tasarım hedefi elde etmek için, özeti *farklı* seviyeleri arasında hareket ettiği yöntem

Şekil 3.15’de bu ikili yöntem şematik olarak gösterilmiştir: her yatay *bant* belli bir tasarım evresini temsil ederken, her dikey *bant* ise belli bir tasarım amacını göstermektedir. Bantlar iki yöntem arasındaki yakınlığı göstermek için üst üste geçerler.

Sistem, her iki yöntemi değiştirerek ve paralel olarak kullanmaktadır. Her durumda, tasarım sürecini ve onun değerlendirilmesini yapmak ve bir bilgisayar desteği sağlayabilmek için, aralarındaki ayrılık sağlanmak durumundadır. Ayrı kararları paralel değerlendirme ve tasarım sürecinin farklı evrelerinde değerlendirme ihtiyacından dolayı, bir anda birden fazla tasarım kriterini değerlendirebilen yöntemlerin geliştirilmesine ve farklı tasarım seviyelerinden pek çok tasarım kararı değerlendirilebilen yöntemlere olanak tanınmaktadır. Birinci yöntem tipi, etkileri tasarım kararları üzerinde görece önemliliği belirlemek için bazı ağırlık

mekanizmaları kullanır. İkinci yöntem tipi ise, parçalı tasarım kararlarını değerlendirmek ve tahmin etmek için bilgi ile birlikte çalışır (Kalay ve diğ.,1992).



Şekil 3.15. Tasarımın ikili yöntemi (Carrara G. ve diğ., 1998).

3.3.4.6. Tasarım Sürecinin Kontrol Edilmesi

Tasarım sürecini kontrol etmek, verilen probleme ait sayısız alternatif problem ile doldurulmuş çok büyük bir uzamı araştırmanın karmaşıklığını yönetmek için bir araçtır. Bu uzam, sistematik bir araştırma yapmak için çok geniştir ve başarılı bir uygulamaya dayanan bir tahminin yapılabilmesi için çok karmaşıktır (genellikle kullanılan yöntem olmasına rağmen). Tasarım sürecini kontrol etmedeki kritik zorluk çözümün bileşenlerini anlamlı bir bütüne yerleştirene kadar onları karşılıklı olarak düzeltmektense; daha çok, anlamlı olası çözümleri dışarıda bırakmayacak etkin ve hızlı bir davranışla çok geniş olan araştırma uzamının fazla kısımlarını kesip atmaktır. Geleneksel tasarım pratiklerinde, sezgi yolu ile öğrenilen fazla kısımları kesip atma, tasarımcıyı her detayı ile ayrıntılı olarak meydana getirilmiş tek bir tasarım çözümü üzerinde hızlı bir dönüşümü yapmaya iter. Genellikle, yeterince bilgilendirilmiş insan beyninin ilk bakışta göreceli küçük çözümler kümesini seçebilmesi “yaratıcı atlama” olarak adlandırılmaktadır. Tasarım sürecini kontrol etme ayrıca, tasarım katılımcıları (insan ya da makine) arasındaki her görevi yerine getirme sorumluluğunu denetlemeyi de içermektedir. Önerilen bilgi-tabanlı tasarım ortamı, tasarım hedeflerinin başarmak için seçildiği ve başarma görevlerinin tasarımcı ve sistem arasında dağıtıldığı araştırma sürecinin kontrolünü gerçekleştirmektedir. Bu sistemde tasarım sürecini kontrol etme görevi, Tasarım Süreci Yetkilisi (DPE) olarak adlandırılan modül tarafından ele alınmaktadır. DPE, hem sistemin hem de kullanıcının davranışlarını izlemek, gereksinim duyuldukça her ikisine de cevap vermek ve ikisi arasındaki bilgi akışını sağlamakla yükümlüdür. Bu

birim, bir Ortaklık Paradigması uygulamaktadır (Carrara G. ve diğ., 1998). Buna göre, önceden tanımlanmamış iki tasarım sıralamasını veya önceden tanımlanmış bilgisayar ve mimar arasındaki görev tanımını empoze etmez. Bunun yerine, tasarımcının bilgisayar yardımıyla ya da yardımı olmadan, tasarım modelleri arasında geçiş yapılabilmesini sağlar. DPE'ye 2 genel algoritma tarafından rehberlik edilmektedir: biri elde edilecek hedefleri seçmek ve diğeri seçilmiş hedefleri elde etmek için. Ancak, kullanıcı tarafından her an durdurulabilir. Böylece, sistem, belirlenmiş tasarım hedeflerini elde etmeye giden bir yol seçmelidir, tasarımcı bu yol üzerinde doğrudan bulunmayan bir aksiyona doğru yolun dışına çıkabilir, yani bir çözüm için yapılan araştırmadan ortaya çıkan fırsatlardan yararlanır veya bunun sonucunda çıkan sorunları gidermeye çalışır. DPE ayrıca, bir hedeften diğere tasarım kararlarının uygulanmasının yayılmasından sorumludur.

4. EVRİMSEL TASARIM VE YARATICILIK

Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım alanında yıllardır süren araştırmalar, bilgisayar destekli tasarımın halen yapay zeka yöntemleri ile desteklenmeye ihtiyaç duyduğunu göstermektedir. Günümüze değin oluşturulan çeşitli bilgisayar destekli mimari tasarım yazılımlarının standart fonksiyonelliği; çizim, yapım ve sunum ile sınırlandırılmış bir durumdadır: Mimari tasarım alanında günümüzde bilgisayarlar aktif olarak daha çok; kompleks geometrileri, gelişmiş görselliği ve performans simülasyonunu ele almak amacıyla kullanılmaktadır. Mimarlığın temel ilgi alanı olan mekanların biçimlendirilmesi ve fonksiyonların organizasyonu, hala kayda değer anlamda bilgisayar yaklaşımlarıyla desteklenmiş değildir.

Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım çalışmalarına öncülük eden araştırmacıların beklentileri, Yapay Zekanın (YZ) erken dönemdeki etkileyici ve umut verici gelişim potansiyeli tarafından ateşlenmiştir. Yapay zeka tekniklerinin sundukları avantajlara dayanarak; genetik evrimsel yöntemler, tasarım alanında uygulanmış ve umut verici sonuçlar vermişlerdir. (Jo ve Gero 1994,1997). Tasarım problemi çözme işine genetik analogi uygulanmasıyla birlikte ortaya çıkan hedef, genetik araştırma için tasarım problemlerini formüle etmenin etkili bir yolunu aramak ve tasarım ile genetik evrimsel süreçler arasında uygun bir bağlantı kurabilmektir.

Güncel bilgisayar destekli tasarım araştırmalarının, bu ana hedef kapsamında ortaya koyduğu öneri modeller dikkate alındığında; evrimsel tasarım yöntemlerinin, bilgisayar destekli tasarımın gelecekteki gelişme yönünü de önemli biçimde etkileyeceği görölmektedir. Tasarım araştırmalarının son dönemdeki ilgi odağı olması ağıısından bu bölümde, genetik evrimsel yaklaşımların tasarım alanındaki kullanım yöntemleri incelenecektir. Bu amaçla ilk aşamada evrimsel tasarım modellerinin temelini oluşturan genetik evrim kavramı, kullanılan bilgi temsilleri ve süreç yaklaşımlarına dair genel tanımlamalar yapılacaktır. Bunu izleyen bölümde ise çeşitli tasarım araştırmacıları tarafından farklı bakış açılarıyla önerilen birtakım evrimsel tasarım yöntemleri, temsil ve süreç anlamında analiz edilerek herbirinin

hedef-sonuç ilişkisi anlamında ne ölçüde başarılı olabildiği araştırılacaktır. Bu doğrultuda son bölümde, incelenen öneri modellerin bilgisayar destekli tasarımda yaratıcılığa ulaşma amacının neresinde yer aldığı ve bu anlamda hedefe ne gibi katkıları bulunabileceği öngörülmeğe çalışılacaktır. Sonuç itibariyle bilgisayar ortamında, tatmin edici ölçüde yaratıcı bir evrimsel tasarım sisteminin hem kavramsal olarak ve hem de pratikte oluşturulabilmesinin içerdiği güçlükler ortaya konulurken, aynı zamanda tüm bu güçlüklerin gözardı edilebildiği bir ortam çerçevesinde böyle bir tasarım yaklaşımına ulaşmak için ne gibi olası aşamaların sözkonusu olabileceği araştırılacaktır.

4.1. Evrimsel Tasarım Yaklaşımı

4.1.1. Genetik Evrim

Doğada, organizmalar kendilerini karmaşık ve değişen çevreye kabul ettirmek için jenerasyonlar arası evrim geçirmektedirler. Evrim süreci, devamlı ve dönüşümseldir ve bir “bireyler” (individuals) ve biyolojik transformasyonlar setiyle; bu bireylerin oluşturduğu popülasyonlar üzerinde tanımlanabilir. Evrim bilgisi, bizzat kendisi tarafından yönlendirilmekte ve bireylerden birbirlerine miras olarak kalmaktadır. Kendi kendini tamir etme (self-repair), yönlendirme (self-guidance) ve yeniden üretim(reproduction) gibi özellikler,tüm gelişmiş sofistike yapay sistemlerde açıkça görülmesine karşın,aslen biyolojik sistemlerdeki evrimsel kurallardır (Jo ve Gero 1994).

Genetik evrim yaklaşımı; yapay dünyaya, genetik algoritmalar ve genetik programlama gibi bilgisayar destekli modellerin oluşturulması için kullanılan temeller olarak tanıtılmıştır. Bu evrimsel modeller, biyolojik organizma süreçlerinden kaynağını alan adaptif (adaptive) yöntemler kullanmaktadır. Bunlar öncelikle, optimizasyon ve araştırma problemlerini çözmek için kullanılmış, ve birçok geleneksel araştırma yöntemine kıyasla daha üstün bazı çözüm kapasiteleri sergilemişlerdir. Evrim sürecindeki ana konsept, uygunluğu bazen her bir ebeveyninkinden daha fazla olan “döl”ü üretebilen farklı bireylerin karakteristiklerinin kombinasyonudur. Nesiller boyunca, karakteristikler evrim geçirir ve yeni ve daha iyi çözümler üretilir. Genetik evrim yaklaşımı kullanılarak

oluşturulan tasarım modellerinde ortaya konulan strateji, genellikle genetik algoritmaların kullanımına dayandırılmaktadır.

Genetik Algoritmalar, ilham kaynağını doğal genetikten alan araştırma metodlarıdır. Burada temel düşünce; organizmaların, oluşturdukları jenerasyonlar üzerinden evrim geçirdiği ve kendilerini buldukları çevreye kabul ettirdikleri üzerine kurulmuştur.

Genetik Algoritma, spesifik bir hüristik yönlendirmeye ihtiyaç duymayan basit bir rutin ve kör bir süreçtir. Bu yüzden çözümler, önceden belirlenmiş ön yargılar olmadan değişmektedir. Bu alandan-bağımsız (domain-independent) karakteristikler; genetik araştırma sürecini, geniş alanlarda uygulanabilir kılmaktadır. Özellikle çok-modelli (multimodal) araştırma uzamlarında; noktası noktasına-araştırma yapma yöntemlerinin, lokal optimada yani kendi oluşturduğu yerel optimum tasarım düzeyinde sıkışıp kalma gibi bir tehlikesi sözkonusudur. Tersine, genetik araştırma yöntemi birçok çözüme paralel olarak tırmanır ve bu yüzden, global veya globale yakın optimal çözüm bulmada başarılıdır ve yetersiz bir çözüm bulma olasılığı diğer yöntemlere kıyasla azaltılmıştır (Jo ve Gero 1997).

Bilgi tabanlı tasarım modellerindeki gibi, genetik evrim modelinde de temsil ve süreç ayrı ayrı ele alınabilir. Bu yaklaşım sadece evrimsel bir tasarım modelini anlamak konusunda değil, aynı zamanda modelin bir tasarım sürecine nasıl uygulandığını kavramak anlamında da araştırmacılara yardımcı olmaktadır.

4.1.2. Genetik Temsil

Genetik temsilin kullandığı terminoloji; doğal genetik terimlerine dayanmaktadır ve evrim süreci ve bilgi temsili için, bir temel sağlamaktadır. Bir 'birey'in bilgisi iki seviyede temsil edilmektedir: *genotip seviyesi* ve *fenotip seviyesi*. Genotip, bireyin kapalı temsildir. Bu temsil, bireyin yapısına dair bilgi ile uğraşmak yerine, alternatif olarak, transformasyonları kolay ve çeşitli hale getirmektedir. Fenotip ise, genotipin fizik veya yapı seviyesinde şifresi çözülmüş olan biçimidir. Bir bireyin davranışları fenotipte gözlemlenebilir, bu yüzden, yorumlama işi bu seviyede yapılmaktadır.

Doğal sistemlerdeki genotip ve fenotipin ayrımı, açık ve belirli avantajlar sunmaktadır. Fenotip dünyada yaşar ve dünya tarafından değiştirilebilir. Örneğin, bir insan kaza geçirip kolunu veya bacağına kaybedebilir, fakat böyle bir direkt fenotip

değişikliği, gelecek nesile aktarılmaz. Bu da aslında iyi bir fikirdir; aksi takdirde bir sonraki nesil, ailesi talihsizlik sonucu kol ya da bacağına kaybettiğinden dolayı daha az kol, bacak veya organa sahip olabilirdi. Genetik malzeme, jenerasyondan jenerasyona aktarılır, fakat fenotip aktarılmaz. Doğal evrim konseptlerine iyi bir başlangıç yapmak için, The Blind Watchmaker (Dawkins) temel bir kaynak olarak ele alınabilir. Tasarımın bilgisayar ortamındaki modellerindeki farklı bir avantaj da, tasarımın bu genotipik temsilini kullanmada sözkonusudur: Bu da, temsilin manipüle edilebilmesindeki rahatlık ve transformasyonlar sonucu oluşan tasarımların yapı üzerindeki büyük ölçekli sonuçsal etkileridir. Genetikte, bir birey yapısının toplam bilgisi, bir genotip dizisinde veya kromozomda genetik kodlar olarak depolanmaktadır. Genotip dizisi (G), sınırlı bir genler ve değerler setinden oluşmaktadır. Yapay dünyada, bir gen (gi), bir tarifedeki 'kural' olarak düşünülebilir ve bir dizide özel bir karakter veya karakterler seti olarak temsil edilir (Jo ve Gero 1994). Bir genotip, genler setinin ayrık bilgisini birleştirmekte ve tam bir birey yapısı oluşturmaktadır. Tüm genetik transformasyonlar (crossover ve mutasyon) genotip seviyesinde gerçekleşmektedir.

G genotip

gi i. gen

Genetik araştırma süreci, genotip dizileri popülasyonu ile çalışır ve "t." jenerasyonun popülasyonu aşağıdaki gibi tanımlanmıştır. (genetik algoritmalarındaki bir jenerasyon, yeni bir gen karışımı içeren bir popülasyon üretmek için evrimsel operatörleri uygularken oluşur ve bu genotipler fenotiplere dönüştürülür.)

$$p(t) = G_1, G_2, G_3 \dots G_n$$

p(t) t. jenerasyonunun popülasyonu

Fenotip bir görüntüdür, bir genotip dizisinin veya bireyin gözle görülen ifadesidir. Bir genotipin fenotipe dönüştürülmesi, bireyin yapısının realizasyonuna olanak sağlamaktadır. Fenotip somut olduğu için ve çevreyle etkileştiğinden dolayı, bir yapının davranışları veya uygunluğu, fenotip (P) aracılığıyla gözlemlenebilir. Uygunluk (F), bir bireyin yapısının kendi çevresinde gösterdiği performans olarak tanımlanabilir.

$$P = m(G)$$

P fenotip

m yorum operatörü

$$\text{ve } F = \phi P$$

F uygunluk

ϕ fenotipi kendi uygunluğuna dönüştüren operatör

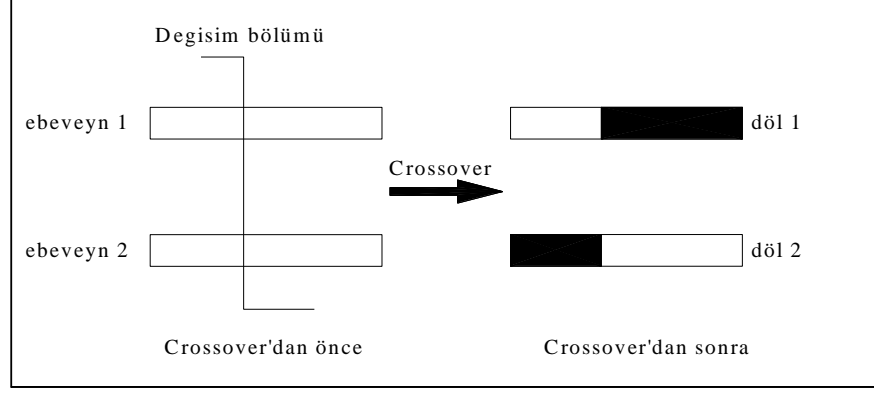
P fenotip

4.1.3. Genetik İşlemler

Biyolojide genetik işlemler, yeniden birleştirmeyi ve doğal seleksiyonu içermektedir. Yeniden birleştirme operasyonları bireyleri dönüştürür ve önceki popülasyondan farklı özellikler taşıyan yeni bir popülasyon üretir. Sonra bazı bireyler, verilen ortamdaki uygunluklarına dayanarak yeniden seçilir. Eğer bir birey diğerlerinininkinden daha “iyi” bir davranış gösteriyorsa, seçilmek için daha fazla şansa sahip olmaktadır. Bu operasyonları kullanarak organizmalar; kendilerini ortamlarına kabul ettirmek için, jenerasyonlar arası evrim geçirirler. Yeniden birleştirme operatörleri ‘crossover’ ve mutasyondan oluşmaktadır. ‘Crossover’, birbirleriyle bilgi değiş-tokuşu yapmak ve dolayısıyla da ailelerinden daha iyi performansa sahip olabilecek hibrit bir enformasyon (children) üretmek için, farklı bireylerin (parent) kombinasyonuna, olanak tanır, Şekil 4.1. Çaprazlama yeri rastgele seçilebilir ve ‘ebeveyn’ genotiplerde bilginin değiş-tokuş edildiği yerleşimi belirler.

Mutasyon, değerin genotip dizisinde rastgele olarak değıştirilmesidir. Eğer genler çift haneli rakamlarla temsil edilirse, o zaman genotip bir ‘BIT’ dizisidir. Aşağıdaki örnek, bir genotip dizisinin ikinci ‘bit’ine (altı çizili) uygulanan mutasyon operasyonunu sunmaktadır.

$$1010 \rightarrow 1\underline{1}00$$

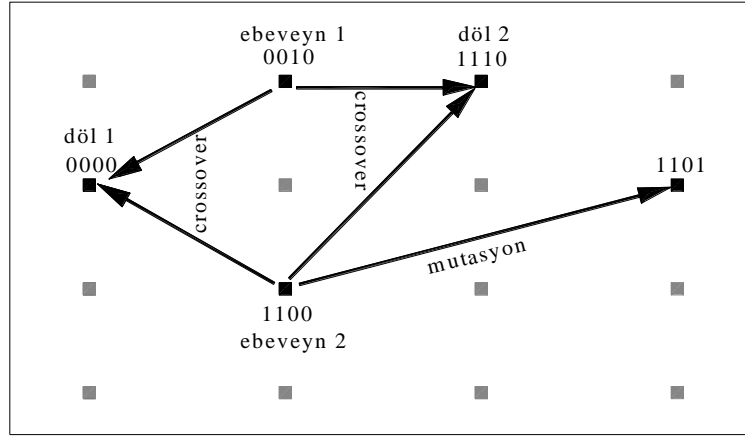


Şekil 4.1. Basit bir crossover şeması, iki ‘ebeveyn’ dizisinin ve genetik bilginin kısmen paylaşılmasıyla üretilen iki ‘döl’ü göstermektedir. (Jo ve Gero, 1997)

Mutasyon operatörünün ‘crossover’la kullanımı, daha ileri seviyelerdeki evrim için yetersiz olan uniform popülasyonun gelişimine karşı sigorta sağlamaktadır. Örneğin, çiftli dizi değerini maksimize edecek çiftli fonksiyon (binary function) optimizasyonunda, ‘crossover’ *dizi-1*, 1010 (uygunluk=10); ile *dizi-2*, 1001 (uygunluk= 9); *dizi-1*’in ikinci bitinde veya *dizi-2*’ de mutasyon olmadan, global optimum olan 1111’e (uygunluk=15)’e hiçbir zaman ulaşamaz. Şekil 4.2, ‘crossover’ ve mutasyon işlemlerinin araştırma uzamında, mevcut durumları diğerlerine göre nasıl hareket ettirdiğini göstermektedir. Bu örnekte, crossover operasyonu, *ebeveyn 1* (0010) ile *ebeveyn 2* (1100) arasında, kesişim noktasının her bir ‘ebeveyn’ de ikinci ve üçüncü bit arasında oluştuğunu göstermektedir. Mutasyon dördüncü dizi 1100 de olur ve yeni bir dizi, 1101, üretir. Oysa bu dizi ‘crossover’ ile hiçbir zaman yalnız başına üretilemez (Jo ve Gero 1997).

Seleksiyon, her bir bireyin ortamdaki uygunluğuna dayanarak gerçekleştirilir. Hedefler ve yorum araçları, bireylerin ya yaşadığı ya da öldüğü, bir simüle ortam oluşturmaktadır (Jo ve Gero 1997). Olasılık yöntemi, daha yüksek oranda uygunluğa sahip bireylerin, daha düşük oranda uygun olanlarına göre seçilme şansına daha fazla sahip olmasına olanak tanımaktadır. Burada ikinci derecedeki çözümler de, seçilme şansına sahiptirler ve bu yüzden, süreç diğer yöntemler tarafından dikkate alınmayan bölgeleri de içeren geniş bir araştırma uzamı yelpazesi keşfetmektedir. Döl; düşük uygunluğu olduğu için, her bir jenerasyondan çıkartılan ebeveyn (parent) dizilerle yer değiştirir, ve böylece toplam popülasyon sabit kalır. Seçilmiş çözümler veya yeni

popülasyon, daha sonra çiftleştirme havuzuna gönderilir ve birleştirme operatörleri tarafından yeniden transformasyona uğrar.



Şekil 4.2. ‘Crossover’ ve mutasyon işlemleri bir araştırma uzamında görülmektedir. Her bir nokta, araştırma uzamında bir ‘birey’in durumunu temsil etmektedir. (Jo ve Gero, 1997)

4.1.3.1. Tasarımda Genetik Evrim Yaklaşımının Avantajları

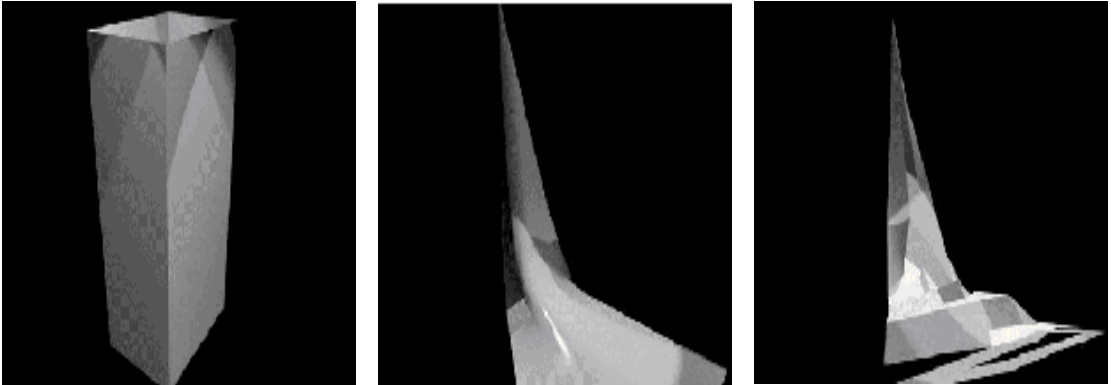
Tasarım alanında evrimsel yaklaşım uygulaması, tasarım problemlerinin bazı sınırlamalarının üstesinden gelmek için tamamlayıcı bir yol sağlayabilmektedir. Tasarım bilgisinin alternatif veya genotipik temsili, transformasyon işlemlerini verimli hale getiren homojen dizinler olarak birçok tasarım probleminin formülasyonuna olanak tanımaktadır. Ayrıca temsilin güçlü bir matematiksel formülasyona da ihtiyacı yoktur ve genellikle formüle olması kolaydır. Bununla birlikte, basit genetik işlemlerin kullanımı, ‘crossover ‘ve mutasyon, ilk popülasyona bakmadan, sonuçlanan çözümlerin geliştirilmesine yardımcı olmaktadır.

4.2. Evrimsel Tasarım Sistemlerine Örnekler

Genetik evrim yaklaşımının tasarım problemi çözmeye işine adapte edilmesi ile birlikte tasarım ile genetik evrimsel süreçler arasında bilgisayar destekli bir analogi kurabilmek anlamında çeşitli araştırmacılar tarafından birtakım çalışmalar yapılmış ve henüz oldukça yeni sayılabilecek bu araştırma alanının umut verici kapasitesi ortaya çıkmıştır. Genel olarak öncelikle genetik algoritmaların kullanımına dayanan tasarımda optimizasyon anlayışı çerçevesinde birtakım yöntemler geliştirilmiştir. Bu

yöntemlerin geleneksel optimizasyon yöntemlerine oranla daha başarılı olduğu görülmüştür. Günümüzde ise evrimsel tasarımın gelişme yönü tasarımda yaratıcılığı amaçlayan bir yöntem arayışı olmaktadır.

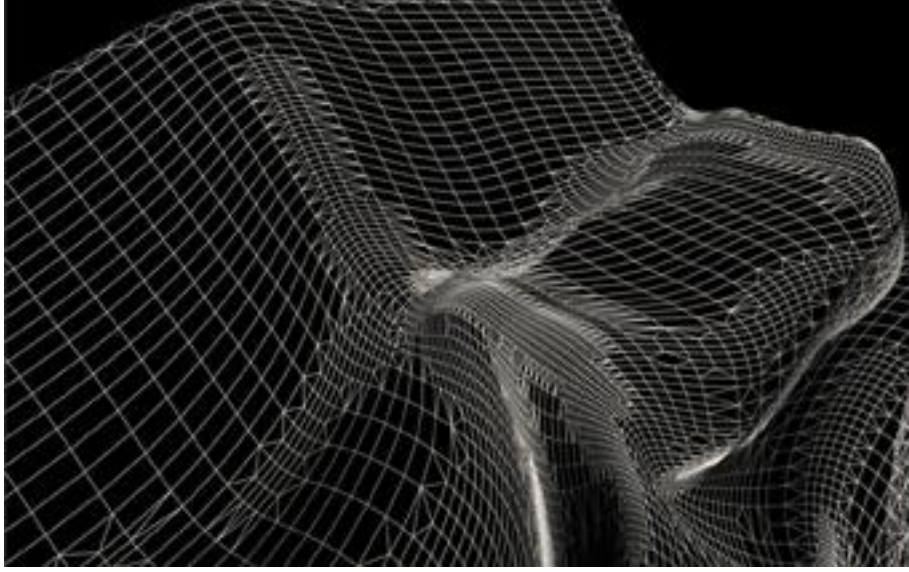
Bu kapsamda evrimsel tasarım araştırmaları başlığı altında 1990’lardan günümüze değin ortaya konmuş olan birçok örnek çalışmadan sözedilebilir. Bilgisayar destekli tasarım araştırmaları anlamında önde gelen birçok araştırmacı evrimsel tasarım alanında birbirinden farklı amaç ve yöntemler içeren modeller geliştirmişlerdir. Bu sistemlerin bazıları, bu çalışmanın kapsamında yer almayan mimari form arayışına dönük olan yaklaşımlardır. Bu anlamda MIT Emergent Design Group’un ortaya koyduğu yazılım projeleri önemlidir (O’Reilly, 2003). Bu çalışmalar genel olarak tasarım sürecinin ilk evrelerinde tasarımcıya form üretimi konusunda yardımcı olan evrimsel tasarım sistemleridir. Bunlardan ilki AutoCAD ortamında üretken bir genetik algoritma kullanarak elle oluşturulması çok zor olan birtakım kütleleri üretebilen “Generative Genetic Explorer-GGE” dir (Şekil 4.3).



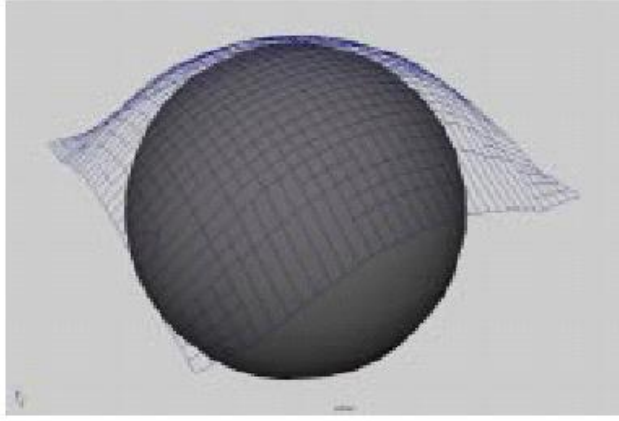
Şekil 4.3 GGE ile üretilen örnek model (O’Reilly, 2003)

Emergent Design Group’un form arayışına yönelik olarak benzer anlayışla oluşturduğu diğer araştırma projeleri “germZ: Genetically Recombinant Modelz”, “gForm”, “MoSS: Morphogenetic Surface Structure” , “GENR8: A Surface Design Tool based on Generative Growth and Evolutionary Computation” ve “Agency GP: Agent-Based Genetic Programming for Spatial Exploration” dir.

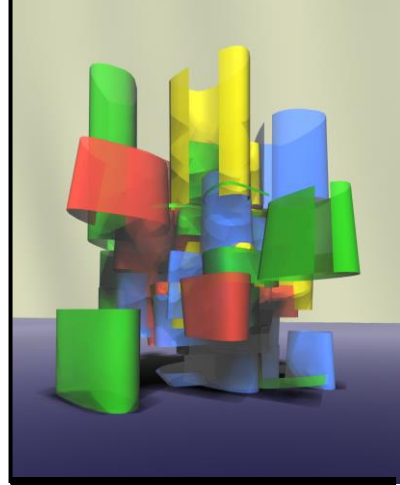
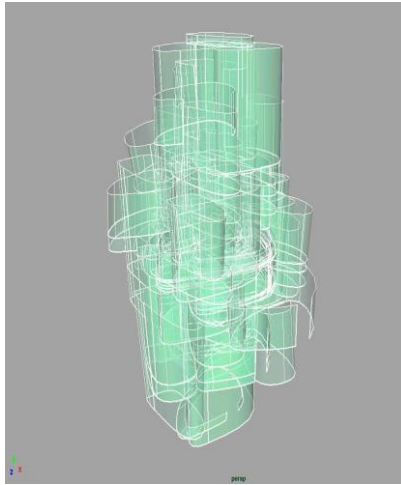
Şekil 4.4 ve 4.5’te GENR8 ile üretilen yüzey tasarımları gösterilirken Şekil 4.6 ve 4.7’de Agency GP ile üretilen tasarımlar yer almaktadır.



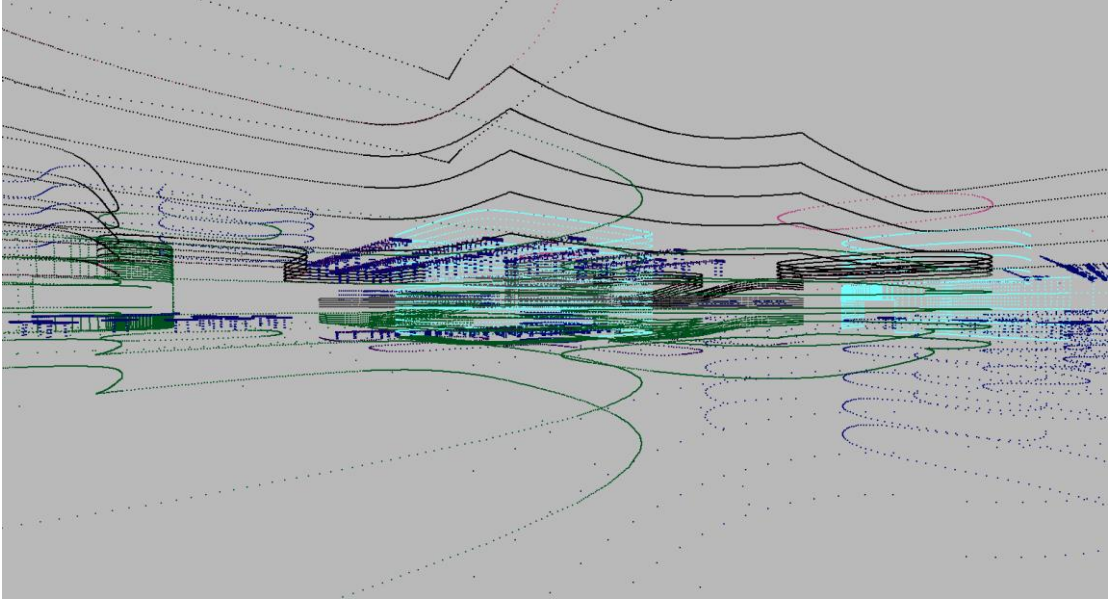
Şekil 4.4 GENR8 ile Jordi Truco (Architectural Association) tarafından üretilen bir yüzey tasarımı (O'Reilly, 2003).



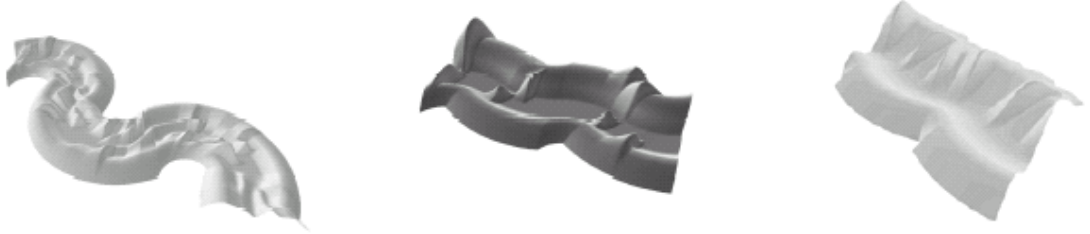
Şekil 4.5 GENR8 ile üretilen bir yüzey (O'Reilly, 2003).



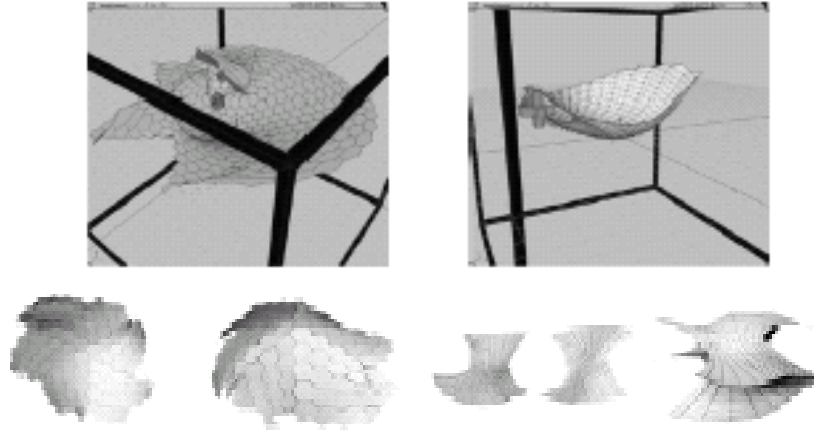
Şekil 4.6 Agency GP projesi ile üretilen modeller (O'Reilly, 2003).



Şekil 4.7 Agency GP projesi ile üretilen bir mekansal tasarım (O'Reilly, 2003).

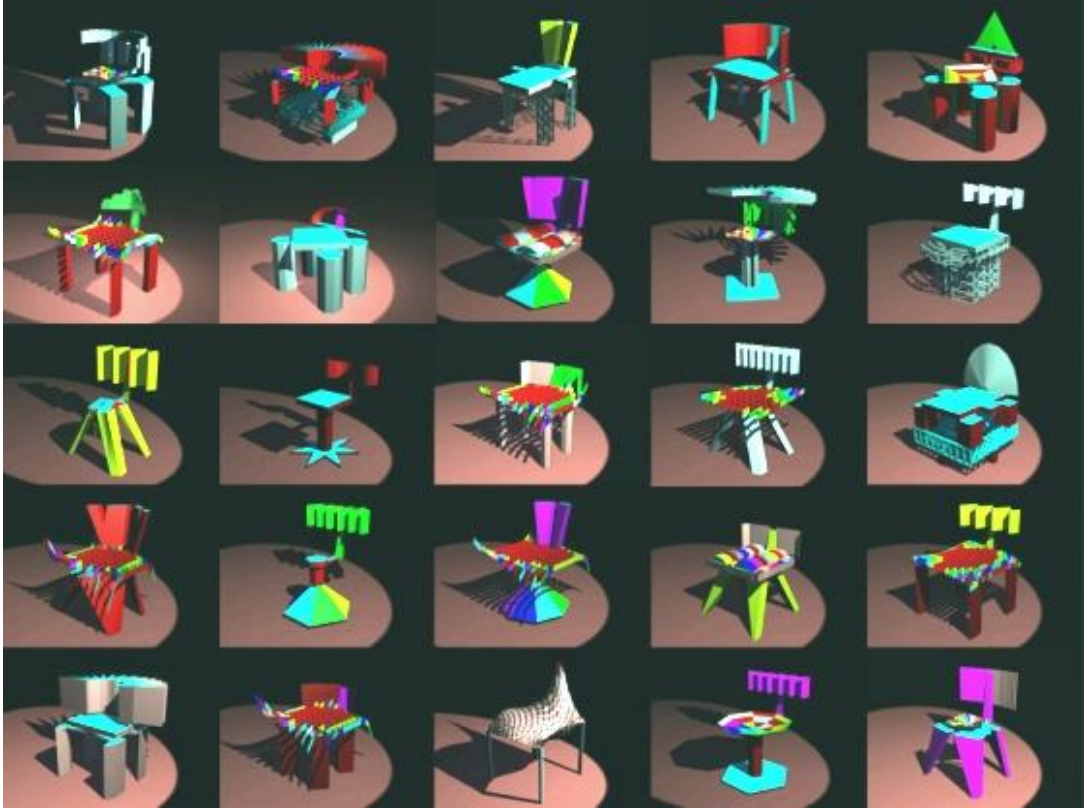


Şekil 4.8 GermZ ile üretilen 3 farklı form (O'Reilly, 2003).

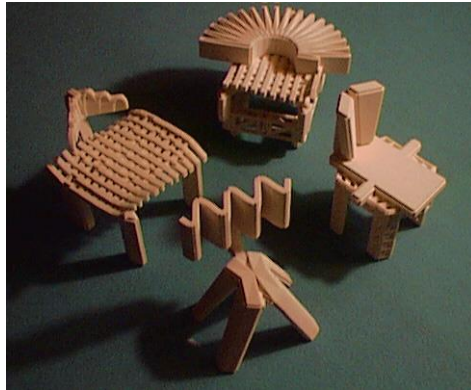
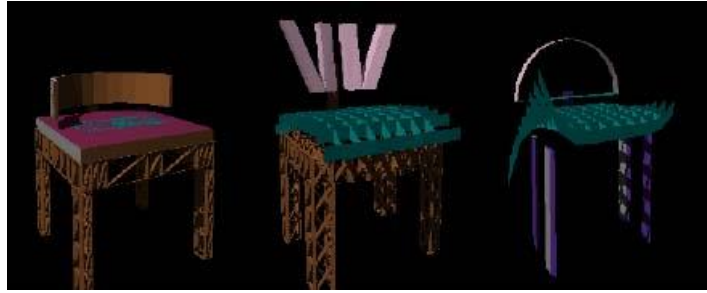


Şekil 4.9 Alias Wavefront içinde MoSS yüzeyleri (O'Reilly, 2003).

Celestino Soddu ve Enrica Colabella (Milan Polytechnic University, Italy) nin “Argenia Design” projesi, çeşitli bina senaryolarının elektronik simulasyonu ve bu senaryoların üretim sürecini yönetmeye yarayan bir evrimsel tasarım modelidir.



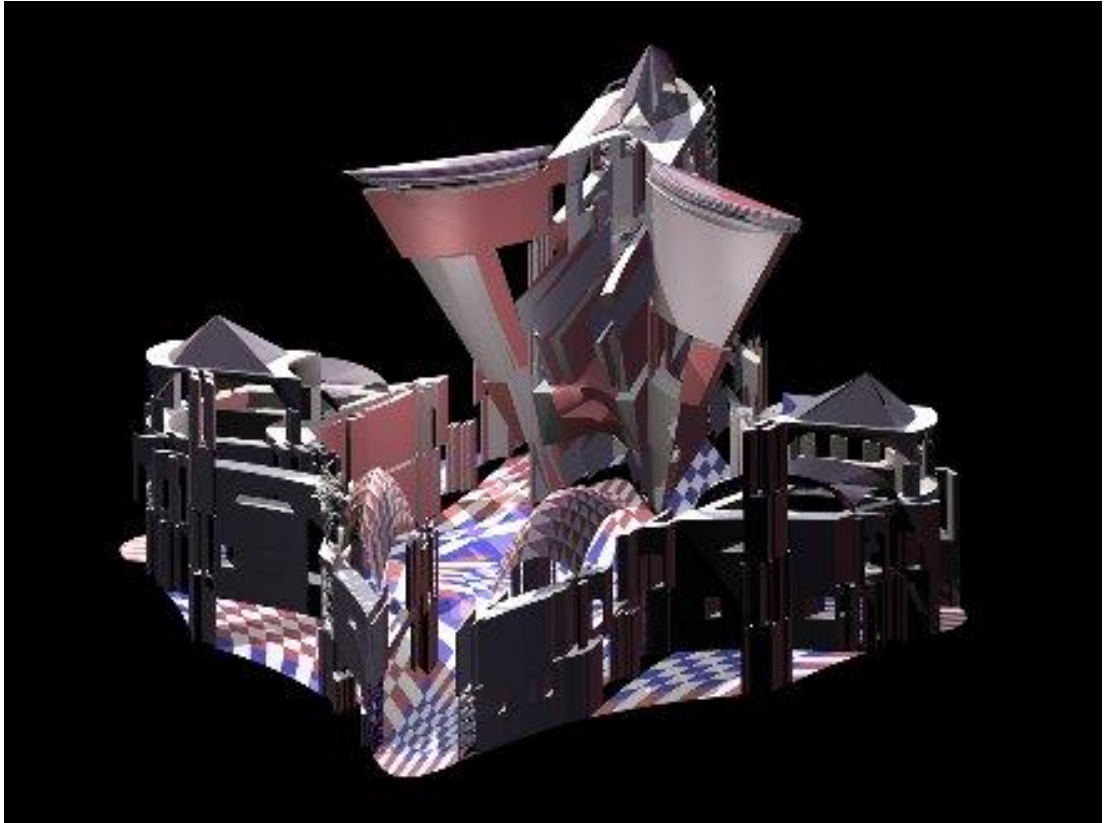
Şekil 4.10 Celestino Soddu'nun sandalyeleri-1 (Soddu ve Colabella, 2001)



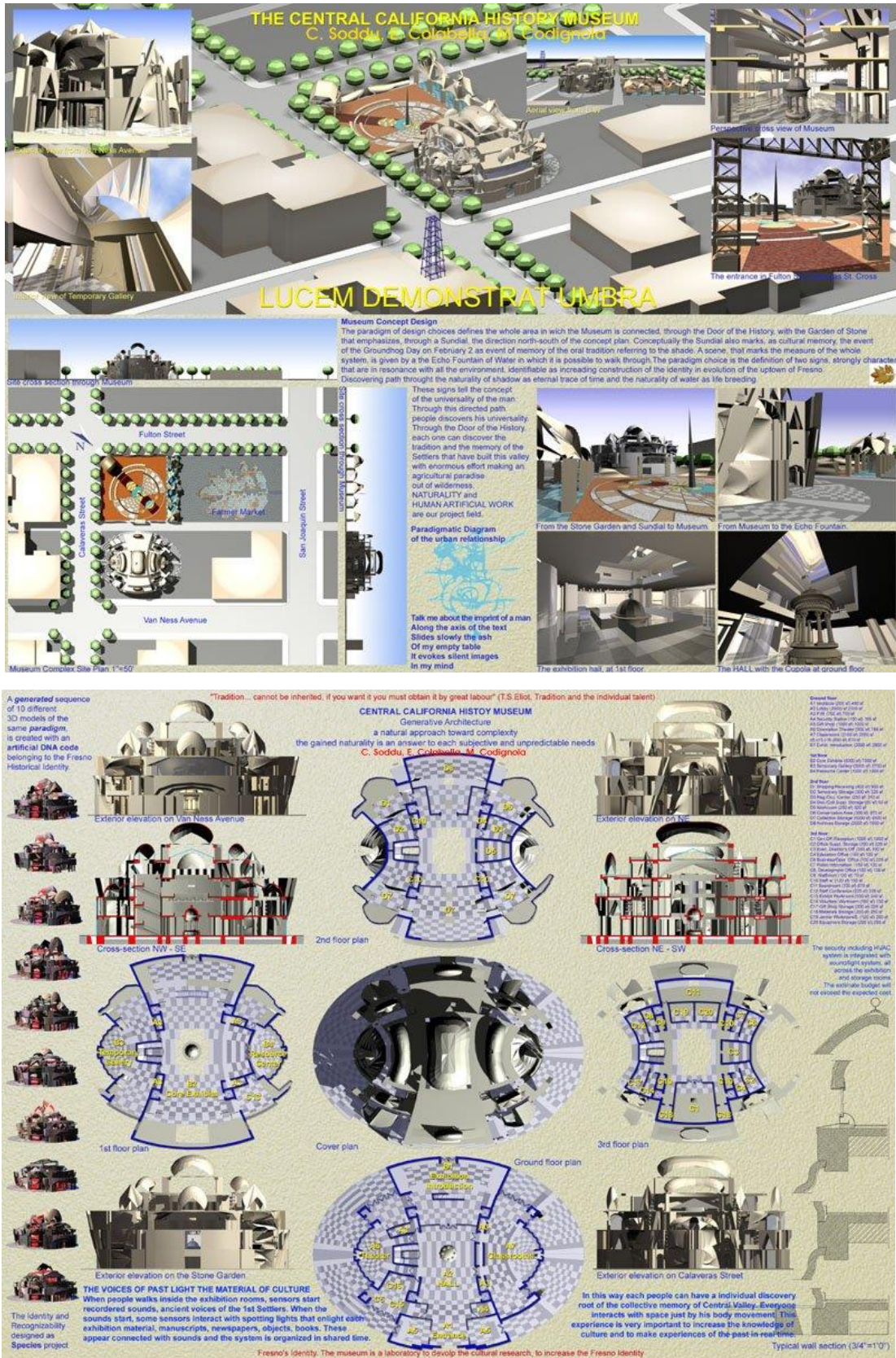
Şekil 4.11 Celestino Soddu'nun sandalyeleri-2 (Soddu ve Colabella, 2001)



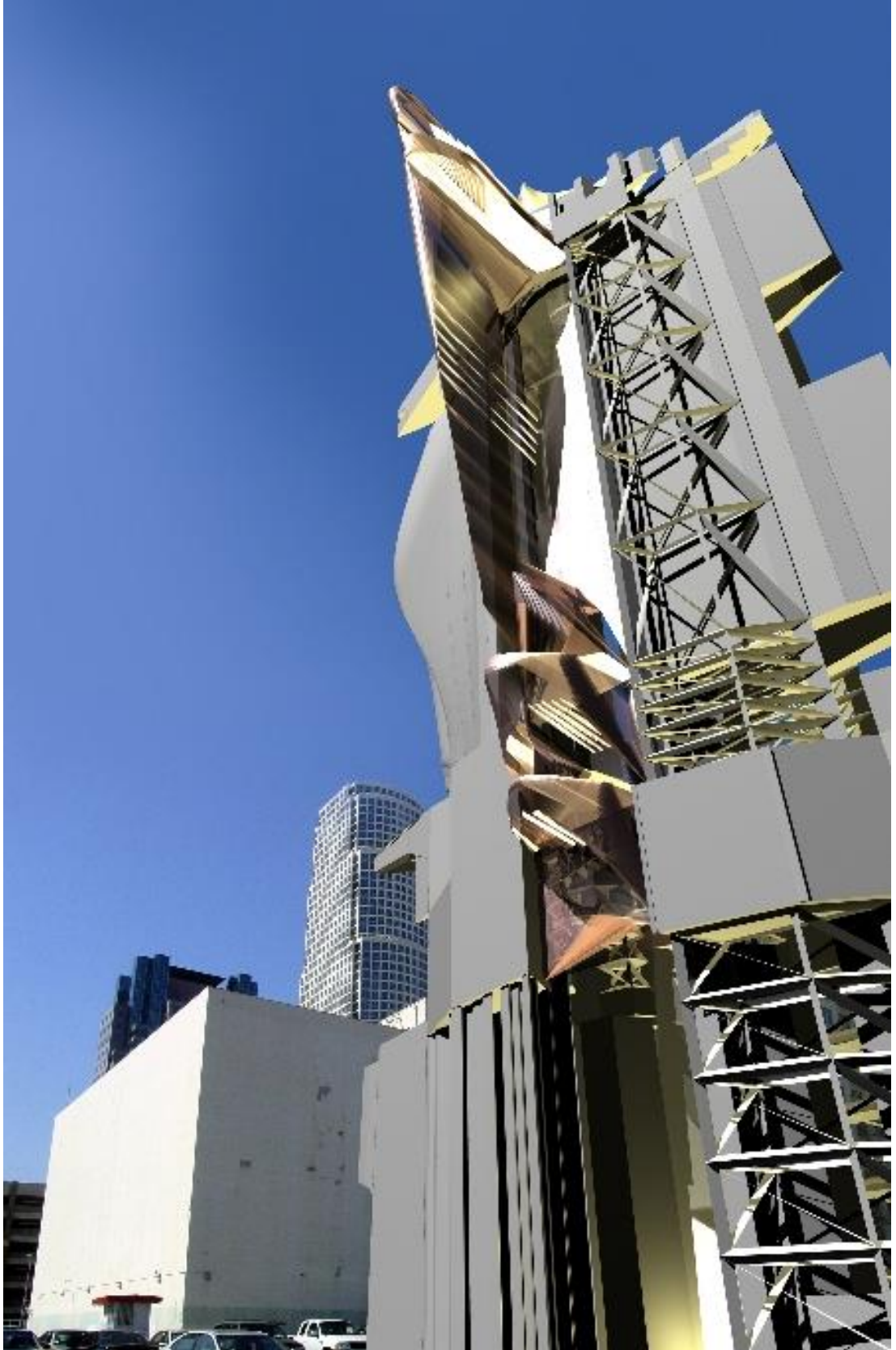
Şekil 4.12 Celestino Soddu'nun Caravanserraglio Museum (1999) Tasarımı-1 (Soddu ve Colabella, 2001)



Şekil 4.13 Celestino Soddu'nun Caravanserraglio Museum (1999) Tasarımı-2 (Soddu ve Colabella, 2001)

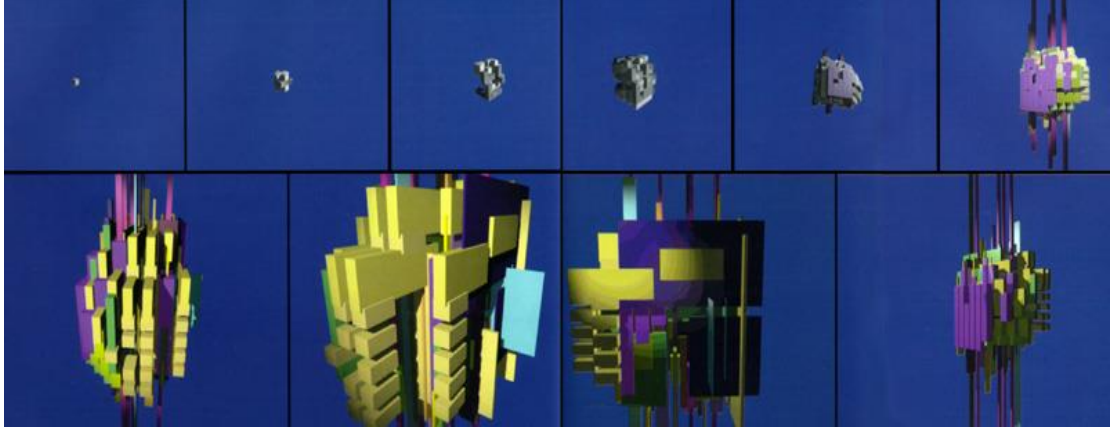


Şekil 4.14 Celestino Soddu'nun Basilica Generative Software ile yapılan Fresno Müzesi ve Stone Garden (Soddu ve Colabella, 2001)

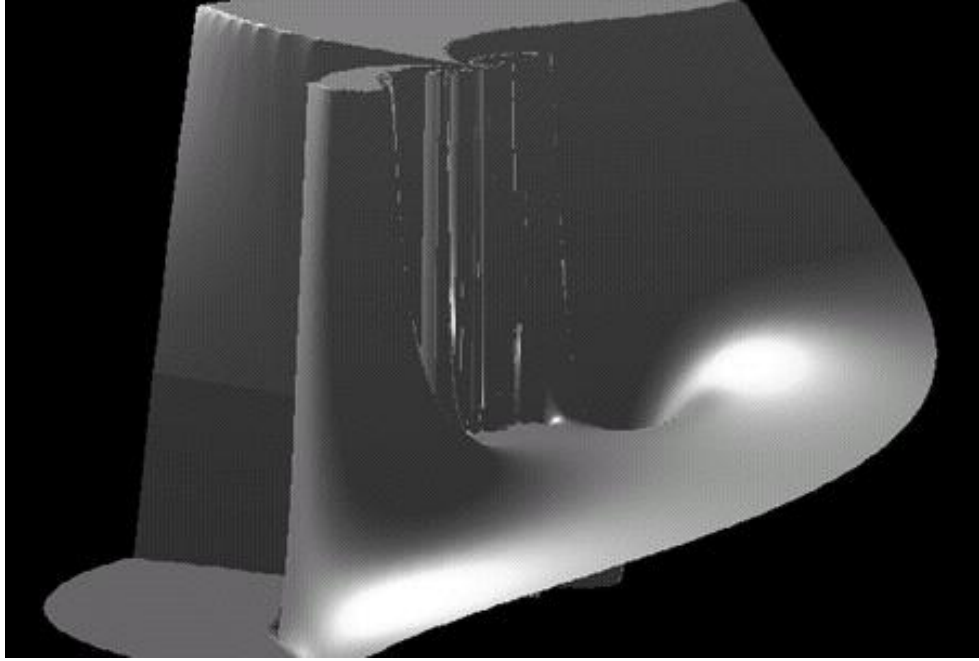


Şekil 4.15 Celestino Soddu'nun Virtual Office Argenia ile yapılan LA Identity Binası (Soddu ve Colabella, 2001)

Evrimsel tasarım alanında önemli bir başka araştırmacı olan John Frazer (School of Design, The Hong Kong Polytechnic University)'ın “*An Evolutionary Architecture* (Frazer 1995)” isimli kitabında form üretimi için bir model tanımlanmaktadır.

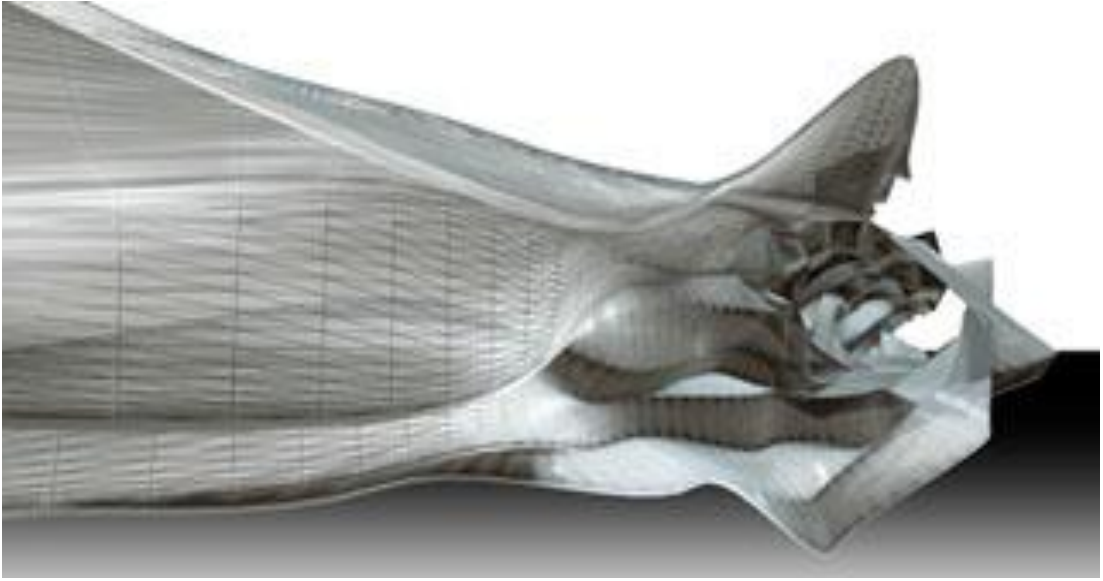


Şekil 4.16 John Frazer'ın evrimsel modelleri (Frazer, 1995).

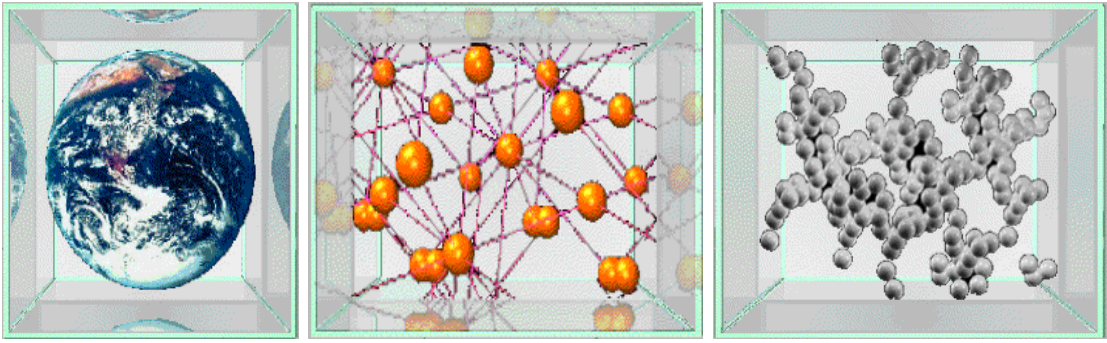


Şekil 4.17 Dijital bir “landscape” modeli-1 (Frazer, 1995)

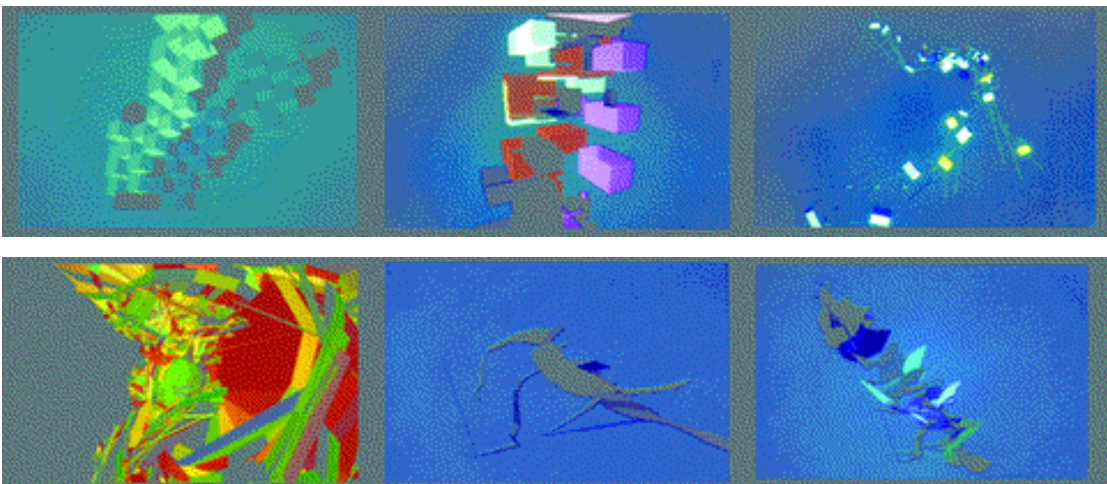
Bu modelin hedefi, “doğal çevrenin önemli karakteristikleri olan simbiyotik davranış ve metabolic dengeye yapma çevrede de ulaşmaktır.” Dolayısıyla Evrimsel Mimari, “doğal dünyadaki morfogenez teorisine paralel biçimde, mimarlık ortamına temel form-üretimi süreçlerini davet etmektedir” (Frazer 1995).



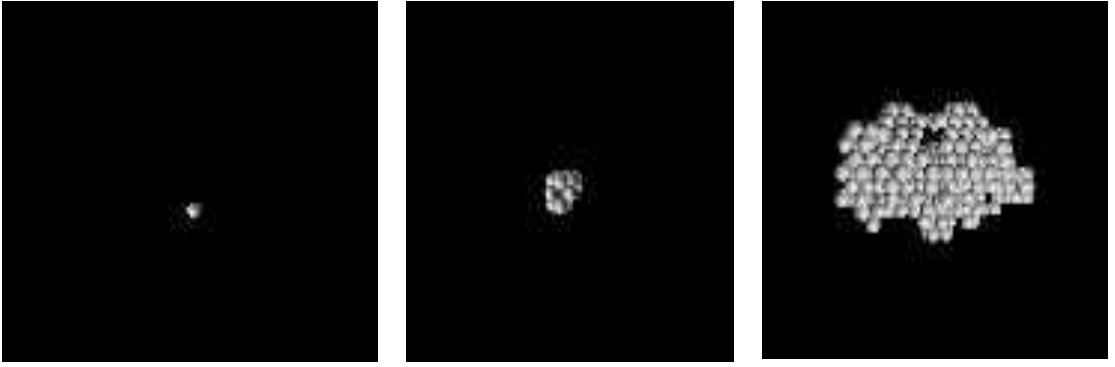
Şekil 4.18 Dijital bir “landscape” modeli-2 (Frazer, 1995)



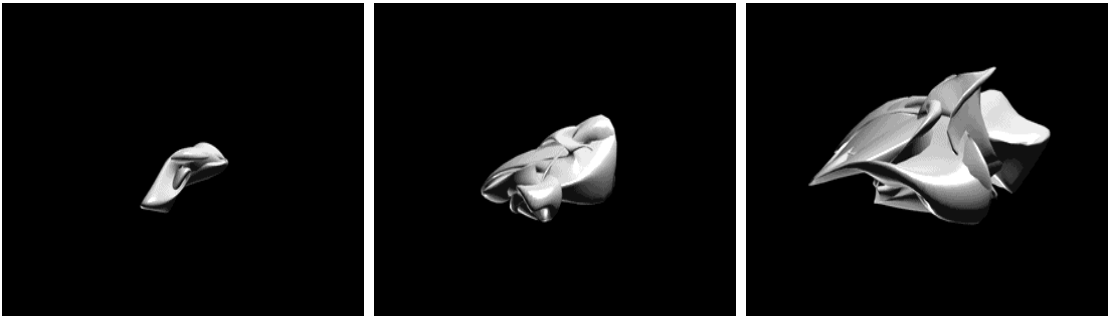
Şekil 4.19 Ortam, veriuzamı ve gelişim kübü (Frazer, 1995)



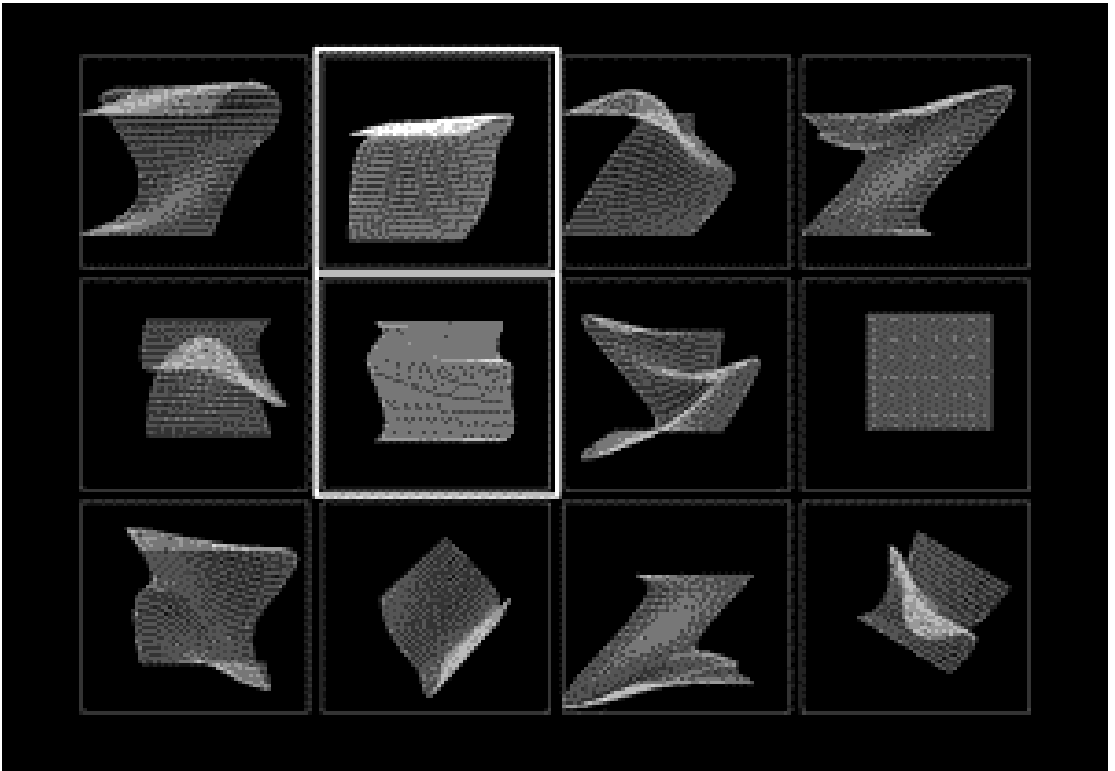
Şekil 4.20 Ayrık evrim (Divergent evolution) (Frazer, 1995)



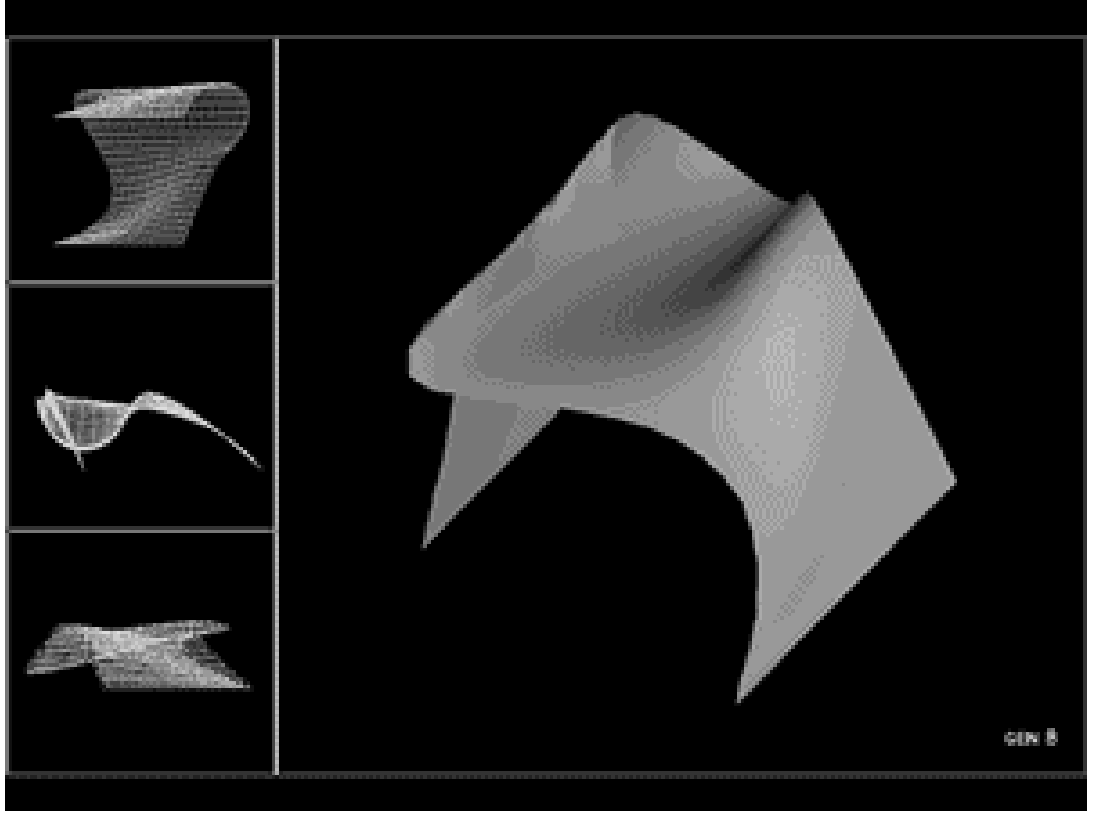
Şekil 4.21 Hücresel gelişim (Frazer, 1995)



Şekil 4.22 Materyal evrimi. (Frazer, 1995)



Şekil 4.23 Yüzey evrimi-1. (Frazer, 1995)



Şekil 4.25 Yüzey evrimi-2. (Frazer, 1995).

Buraya kadar kısaca anlatılan evrimsel tasarım modelleri genellikle mimari form üretimini amaçlamakta, mimarinin önemli bir bileşeni olan form-fonksiyon ilişkisini içermemektedir. Bu bölümde ise evrimsel tasarım araştırmalarının gelişmesinde önemli adımlar olarak ele alınan birtakım modeller detaylı olarak araştırılacaktır.

4.2.1. Evrimsel Bir Yaklaşım Kullanarak Mekansal Plan Tasarımı: EDGE

Bu bölümde incelenecek olan evrimsel tasarım yaklaşımı, tasarımda optimizasyon problemini çözmek amacıyla genetik algoritmaların kullanımına yer vermektedir. John S. Gero ve Jun H. Jo tarafından mekansal tasarım problemlerini çözmek için oluşturulan bu genetik evrimsel tasarım yöntemi, tasarım süreci içinde farklı aşamalarda tanımlanan şemaları içeren bir Şema teorisi bağlamında ele alınmıştır. Şema konsepti, burada tanımlanan yaklaşım doğrultusunda bilgi formülasyonu için bir araç olarak kabul edilmiştir. Bu araştırmada, genetik analogiye dayanan, bir evrimsel tasarım süreci modelinin nasıl oluşturulduğu tanımlanmaktadır. Model, mekansal plan tasarımı problemini çözmek için nasıl bir uygulama yapılacağını ve

sonuçlarının geleneksel bir yaklaşım olan Liggett Sistemi ile karşılaştırılma yöntemini göstermektedir.

Mekansal plan tasarımı (Space Layout Design), mimari tasarım problemlerinin en ilginç ve zor olanlarından. Bu konu, uzun bir süre boyunca birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (Liggett 1980; Akın ve diğ., 1992; Yoon ve Coyne 1992). Bu araştırmalar sonucu ortaya çıkan 3 ana hedef şunları kapsamaktadır: Kompleks ve lineer olmayan bu problemi formüle etmek, üretilmiş çözümlerin kombinasyonel doğasını kontrol etmek ve verilen gereksinimlerle birlikte birbirine bağımlı birçok performans kriterine dayanan çözümleri yorumlamak. Tasarım probleminin formülasyonunu, farklı fakat birbirine bağımlı mekan elemanları zorlaştırmaktadır. Bunun sebebi ise, mekan ilişkilerinin tanımlanması ve bir liste şeklinde sıralanmasının zorluğu, ayrıca sözkonusu mekan ilişkilerinin aralarındaki bağımlılıkların oldukça subjektif bir nitelikte olabilmesidir. Bu sentez aşaması sırasında, az sayıda mekan elemanı ile dahi çok sayıda potansiyel çözüm üretilebilir ve bu sayı, problemin boyutu büyüdükçe, hızla büyür. Mekansal plan tasarımı probleminin bu tanım gücü, herhangi bir sürecin, uygun bir süre içinde optimal bir çözüm bulmayı garantilemesini imkansız hale getirmektedir, dolayısıyla da böyle bir problem için tam anlamıyla tatmin edici niteliğe ulaşmış bilinen herhangi bir algoritma da henüz mevcut değildir. Yorum aşamasında ise, problemle ilgili olan çoklu-kriter, çok sayıda çözüm için ele alınıp yorumlanacağı için, oldukça komplike bilgisayar tekniklerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Mekansal plan tasarımı, farklı mekan elemanlarının bunlara karşılık gelen yerleşimlerini birbirleri arasındaki topolojik ve geometrik ilişkileri de göz önünde bulundurarak tasarlamaktır. Optimal bir plan, etkileşimler ve planda yer alan mekanlar arasındaki sirkülasyon (ulaşım) maliyeti ile belirlenmektedir. Bu da, birbirleriyle yakın ilişkide olan mekan elemanlarının, planda birbirlerine yakın olacakları anlamına gelmektedir. (Jo ve Gero 1994)

Mekansal plan tasarımının iki ana problemi, mekan elemanlarının belirli bir kriteri karşılamak için, topolojik ve geometrik olarak konum ve biçimlerinin belirlenmesidir. Topolojik mekan planlaması; mekan elemanlarının, birbirleri arasındaki topolojik ilişkilere göre plan içinde düzenlenmesidir. Mekan elemanlarının boyutlandırılması, problemin geometrik gereksinimlerine dayanan,

planın geometrik özelliklerini üretmeyi hedeflemektedir. (Mitchell ve diğ., 1976; Gero, 1977; Liggett ve Mitchell, 1981; Balachandran ve Gero, 1987).

Bu topolojik ve geometrik problemler tasarım süreci içinde genellikle ayrı ayrı uygulanmıştır; geometrik problemi çözmek için matematiksel programlama veya ilgili optimizasyon teknikleri kullanıldığı halde, topolojik problem genellikle gramerler kullanılarak çözülmeye çalışılmıştır. Gramersel veya üretken yaklaşım, temeli dilbilimsel (linguistic) gramer sistemlerine dayanan biçim gramerlerini kullanmaktadır. Bu yaklaşım, mümkün olan tüm alternatifleri ayrıntılı olarak üretmektedir. Biçim gramerleri, mimari ve diğer mekansal tasarımların üretiminde biçimlerin ortaya konması için bir dizi kompozisyon kuralı kullanan algoritmalarlardır. (Koning ve Eizenberg 1981). Kat planlarının boyutlandırılmasında, optimizasyon teknikleri kullanılmaktadır; lineer programlama, (Mitchell ve diğ., 1976) lineer olmayan ve dinamik programlama (Gero, 1977) gibi. Jo, her iki problemi de (topolojik ve geometrik) evrimsel bir tasarım süreci modeli kullanarak birlikte çözmek için bir öneri yaklaşım geliştirmiştir. Bu yaklaşımda, biçim kuralları seti bir mekan planı üretmekte ve Pareto optimizasyon tekniğini kullanarak verilen çoklu-kriter dahilinde çözümleri yorumlamaktadır (Jo ve Gero 1994).

4.2.1.1. Tasarımda Geleneksel Optimizasyon Yaklaşımlarının Kısıtlamaları

Günümüze değin yapılan araştırmaların çoğu, mekan tasarımı problemi için bilgisayar programlarının kullanılmasında; hala, problem formülasyonu, üretim ve yorumlama aşamaları, tasarım probleminin karmaşıklığı, potansiyel çözümlerin kombinasyonel doğası ve gelişmiş bir kontrol sistemi ihtiyacı dolayısıyla zorluklar olduğunu ortaya koymuştur.

Bir tasarım problemi, genellikle formüle edilmesi gereken ve çözümleri yorumlayacak olan birçok kriter içermektedir. Bu da alternatif çözümlerin yorumunun bilgisayarla yapılmasını oldukça karmaşık hale getirmektedir.

Az sayıda mekan elemanlarıyla üretilen tasarım çözümleri, kolayca büyük bir çözüm uzamına işaret edebilirler. Elemanların sayısı arttıkça, çözümlerin konfigürasyonu da hızla artmaktadır. Tablo 4.1, mekan elemanları sayısına karşı oluşan olası çözümlerin sayısını göstermektedir. Günümüzde, sadece çözüm stratejilerini karşılayan nitelikte

optimal çözümlerin üretilmesini garanti eden etkili bir yöntem halen mevcut değildir. Bu yüzden, mekansal tasarım probleminin etkili bir algoritması da yoktur ama, tam anlamıyla optimal bile olamayan olası çözümleri üretmek için çeşitli yöntemler geliştirmek dahi oldukça faydalı bir girişimdir. Genelde, “iyi” sonuçlar üreten hüristik çözüm teknikleri geliştirilmiştir ki bunlar keşfedilen çözümler setini sınırlayan şemaları birleştiren bir niteliktedir.

Tablo 4.1. Mekan elemanları sayısı ‘n’ ve bunların olası çözümleri (Liggett, 1980)

n	Çözüm Sayısı	n	Çözüm Sayısı
	(Elle çözüme uygun)		(Bilgisayarla çözüme uygun)
1	1	7	5040
2	2	8	40320
3	6	9	362880
4	24	10	3628800
5	120	11	39916800
6	720	12	479001600

Bu konuda araştırmanın verimliliğini arttırmak için, çeşitli hüristik yöntemler geliştirilmiştir. Bununla birlikte, üretilen çözümlerin kalitesi tamamen tekniklerin kalitesine, kullanılan hüristiklere bağlıdır ve nihai çözüm genellikle *yemel* bir *optimum* olmaktadır.

Kat planı tasarım problemleriyle ilgili olarak yapılan araştırmaların başlangıcından itibaren, mimari mekansal konumlandırma problemini otomatikleştirmek için, birtakım bilgisayar programları geliştirilmiştir; örneğin CRAFT. Liggett Sistemi (1985) bunlar içinde en çok bilinen yaklaşımlardan biridir. Liggett (1980), mekansal plan tasarımı için geliştirme prosedürleriyle birlikte yapısal konumlandırma tekniğinin bir kombinasyonu kullanmıştır. Bu yaklaşım kapsamında ilk teknik, üretilen ilk çözümü global olarak tatminkar bulmaktadır. İkinci teknik ise, ilk çözümü, çift-yönlü bir başka teknik kullanarak geliştirmektedir. Bununla birlikte, çözümlerin lokal olarak belirlenen bir optimum düzeyde sıkışması gibi bir tehlikesi sözkonusudur, çünkü yöntemin yapısı *global optimum* düzeyine ulaşabilmeyi garanti etmemektedir. Eğer “iyi” çözümler de bulunamazsa, lokal optimumdan kaçış yolu olamamaktadır. Çeşitli “iyi” çözümlerin üretimi, tüm tasarım uzamını global anlamda araştırabilen bir yönteme gerek duymaktadır. Daha çeşitli ve iyi çözümler

bulmak için; tüm tasarım uzamını çaprazlamasına araştırma kapasitesine sahip bir yöntem ihtiyacı duyulmaktadır.

4.2.1.2. EDGE Sistemi: Problemin Tanımı

‘‘EDGE’’ (The Evolutionary Design based on Genetic Evolution system) adı verilen, Genetik Evrim Sistemine dayanan bir bilgisayar destekli tasarım sistemidir. Bu bölümde, evrimsel bir tasarım modelinin pratikte bir tasarım problemi için nasıl uygulandığını görmek amacıyla EDGE Sistemi incelenecek ve geleneksel optimizasyon tekniklerini kullanan Liggett’in Space Layout Sistemi ile EGGE Sistemi sonuçlarının verimlilikleri açısından karşılaştırmalı olarak değerlendirilecektir.

Evrimsel bir tasarım süreci modeli, evrimsel araştırma süreci konseptleri kullanılarak oluşturulur. (Jo ve Gero 1997). Bu sistemdeki öneri tasarım modelinin temeli, sentez aşamasının genetik arama operasyonunu kullandığı, bir ‘analiz-sentez-yorumlama’ sürecidir. Tasarım modeli heterojen süreçlerden oluştuğu için, şema fikrine dayanan bir yorumlama şekli önerilmiştir. Model, alandan bağımsızdır; dolayısıyla, tasarım elemanları, yorum fonksiyonları ve şemaları içeren tasarım bilgisini kullanarak, herhangi bir tasarım-sentez problemine adapte edilebilir niteliktedir. (Jo ve Gero 1997)

Model kapsamında sözkonusu problem, 17 ‘bölge’ye (zone) ayrılmış 4 katlı ve teraslı bir binanın içinde yer alacak ofis departmanlarının topolojik ve geometrik olarak konumlandırılma problemidir. Mevcut problemin tasarım elemanları; faaliyetler seti veya mekan elemanları, içine faaliyetlerinin yerleştirileceği bir ana plan, spesifik bir konuma spesifik bir faaliyet atayacak olan bir işlemci, operasyonu kontrol edecek bir strateji ve bir yorum kriterini içermektedir.

4.2.1.3. Şema Teorisi Kapsamında Tasarım Bilgisinin Genetik Temsili

Modeldeki genetik arama sürecinin kullanımının ortaya koyduğu en önemli sorunlardan birisi, tasarım bilgisinin nasıl formüle edileceği, diğeri ise hem tasarım temsillerinin hem de genetik temsillerinin birbirleriyle nasıl etkileşeceği. Bu modelde kullanılan tasarım şemaları, *tasarım kural şeması* ve *tasarım gen şeması* içermektedir. Tasarım kural şeması, tasarım bilgisini, tasarım süreci tarafından

yönetilebilir tasarım elemanları şeklinde formüle etme rolünü oynamaktadır. Tasarım gen şeması ise, genetik arama mekanizmasının genetik kodlardaki tasarım elemanlarını tanıması ve manipüle etmesi için tanımlanmış bir tasarım kural şemasıdır.

1. Tasarım Kural Şeması

Tasarım kural şeması, ilgili tasarım bilgisini, homojen tasarım kuralları seti olarak formüle etmektedir. Dolayısıyla tasarım kuralları seti, tasarım kural şemasından kaynaklanmaktadır. Bir tasarım kuralı, bileşenleri tarafından tanımlanan bir hedef durum (LHS ya da RHS), ve bir transformasyon işlemcisi içermektedir. Bir tasarım şemasının genel temsili:

$$S_r = \{ \text{LHS}, \tau \}$$

LHS sol taraf (Left Hand Side)

S_r tasarım kural şeması

τ transformasyon operatörü

EDGE Sisteminde verilen gereksinimleri karşılayan bir çözüm, faaliyet modülleri ve bunların katlara bağlı konumlarını içeren tasarım elemanlarının manipüle edilmesi ile elde edilmektedir. Binanın çapı sabit olduğu ve her bir faaliyet boyutu verilen ilk gereksinimlerden oluştuğu için, genotip sadece faaliyetlerin sırasına ihtiyaç duymaktadır. Tasarım şeması yapısı :

$$S_r = (\text{LHS}, \tau)$$

= (işaretleyici, yeni_faaliyet)' dir.

Böylece, bu tasarım kural şemasının semantiği şöyle oluşmaktadır: 'eğer modülün bir işaretleyicisi varsa, seçilmiş bir faaliyet modülünü, atama kuralıyla belirlenen konuma atayınız'.

2. Tasarım Gen Şeması

Öneri tasarım modeli, genetik motoru bir arama mekanizması olarak kabul ettiğinden; tasarım kurallarının, genetik motor tarafından manipüle edilebilmesi için

genetik terminolojide ifade edilmesi gerekmektedir. Tasarım kural şemasının orijinal semantikleri sabit tutulurken, aşağıdaki prensibe dayanarak, tasarım kural şeması yeniden yapılandırılarak üretilmektedir: Eğer bir tasarım kural şemasının bileşeni manipule edilecekse, bileşen aktiftir ve tasarım gen şeması içinde yeniden tanımlanır (dönüştürülür). Diğer bileşenler pasiftir. Bunlar, tasarım gen şemasına dahil edilmemiştir ve yorumlama bilgisinde tutulmazlar (Ki). Tasarım genleri, tasarım kurallarının genotipik seviyedeki temsilidir. Bunlar genellikle çift sayılar veya semboller olarak ifade edilebilirler. Tasarım şeması, genetik transformasyon süreci sırasında tutarlı bilgi sağlamaya ve dönüştürülmüş çözümlerin tasarım alanına dahil edilmesine olanak tanımaktadır. Bir tasarım kural şemasının, bir tasarım gen şemasına dönüştürülmesi aşağıdaki gibidir:

$$S_g = \tau_s (S_r, K_r)$$

Ki yorum bilgisi

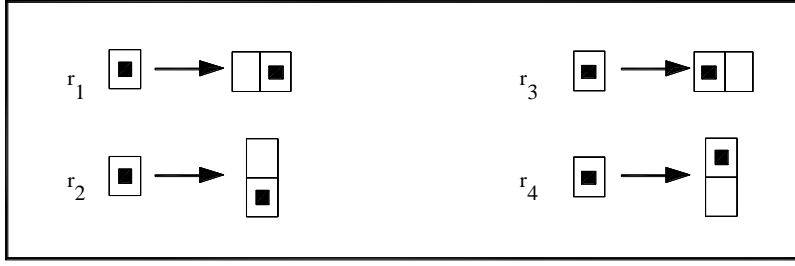
Sg tasarım gen şeması

Sr tasarım kural şeması

τ_s şema dönüştürücüsü

Yorum bilgisi (Ki) kullanıcı tarafından belirlenmektedir. Tasarım ve genetik temsilleri arasındaki dönüşüm için gereken bilgiyi sağlamaktadır. Bilgi; tasarım kural şeması, tasarım gen şeması, tasarım değişkenleri ve bunların muhtemel değerleri, aktif/pasif elemanları, ve ilk/son kuralları vb. ile ilgilidir. Genotipler yorumlanmak için deşifre edildiğinde, yorumlama bilgisi, bu bilgiyi sağlamak için, süreci yönlendirir. (Jo ve Gero, 1997).

Şekil 4.25' te, bir tasarım kural şemasından kaynaklanan, dört tasarım kuralı gösterilmektedir. Her bir tasarım kuralındaki birçok bileşen, her zaman sabit değerlere sahiptir; örneğin, kare biçimler ve bir işaretleyici gibi, ve bunlar dönüştürülmeye ihtiyaç duymazlar. Bu yüzden, örnekteki aktif bileşen, sadece transformasyon işlemcisidir ve bu, tasarım gen şemasının bir bileşeni haline gelir. Pasif olan bileşenler ve tasarım kural şeması, yorumlama bilgisi içinde tutulur ve tasarım genleri kendi fenotip haritaları çıkarılınca tasarım ortamına yeniden çağrılırlar.



Şekil 4.25 “●” işaretiyle tanımlanan basit tasarım kuralları. (Jo ve Gero, 1997)

Tasarım kural şeması ve tasarım gen şeması arasındaki dönüşüm stratejisine dayanarak, Şekil 4.25’ teki kurallar, aşağıdaki tasarım genlerine dönüştürülebilir:

$$Sr = \{LHS, \tau\}$$

$$= \{Ex, (En, \alpha)\}$$

Ex mevcut tasarım elemanı

En yeni tasarım elemanı

α transformasyon işlemcisi, olası değerleri: $\{\rightarrow, \downarrow, \leftarrow, \uparrow\}$

Tasarım kuralları:

$$r_1 = \{ \square, (\square, \rightarrow) \}$$

$$r_2 = \{ \square, (\square, \downarrow) \}$$

....vb.

\rightarrow işaretli elemanın sağına yeni bir eleman ekle

....vb.

Transformasyona uğrayacak tek bir aktif bileşen vardır, o da ‘transformasyon işlemi’dir. Bu nedenle;

$$Sg = \{\alpha\}'dir.$$

EDGE Sisteminde;

Sr = (işaretleyici , yeni_faaliyet)

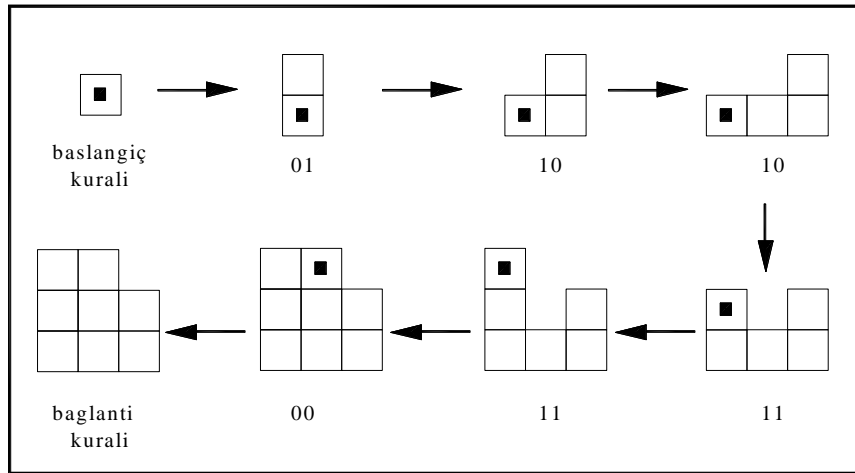
Sg = (yeni_faaliyet) olmaktadır.

Her bir gen, ikinci kez kullanımına engel olunması için, ayrı bir faaliyet içermelidir. Bununla birlikte, genetik arama sürecindeki mutasyon veya 'crossover' işlemleri, faaliyetleri karıştırır ve kolayca kopyalarını üretir. Bir faaliyetin birden çok kullanımına engel olmak yani bir genotipin tüm faaliyetlerini tek (unique) hale getirmek için, bir yeniden-sıralama fonksiyonu gereklidir. (Jo ve Gero, 1994)

3. Genotipik Bilginin Temsili

Bir tasarım geni, kendi genetik dilinde bir dizi aktif tasarım elemanı taşımaktadır. Şekil 4.25'teki tasarım kuralları, çift basamaklı kodlar halinde temsil edilebilir.

Çift basamaklı kodlar	Sembolik temsiller
00	→
01	↓
10	←



Şekil 4.26 Bir genotip örneği, 011010111100 ve onun fenotipi. Yorumlama bilgisi, başlangıç ve bitiş kurallarını içeren gerekli bilgiyi sağlamaktadır. (Jo ve Gero, 1997)

Bir genotip, belirli bir tasarım genleri setidir ve farklı tasarım bilgilerini tam bir 'birey' yapısı içinde birleştirmektedir. Şekil 4.26, 011010111100 genotipi, tasarım

gen şemasının 4 kuralı ile oluşturulmuştur. Burada $Sg=\{\alpha\}$ dir ki 'α' kuralları temsil etmektedir.

4.2.1.4. Evrimsel Tasarım Süreci

Bu evrimsel tasarım modelindeki tasarım süreci; bir tasarım analiz süreci (burada tanımlanmayan), bir genetik arama süreci ve bir tasarım yorumlama süreci içermektedir. Tasarım analiz süreci, verilen tasarım problemlerini analiz eder ve aşağıdaki süreçlerle manipüle edilecek olan, tasarım elemanlarını düzenler ve tanımlar. Bu süreç, tasarım kural şemasını, tasarım bilgisini formüle etmek amacıyla kullanılmaktadır. Genetik arama süreci, tasarım elemanlarını dönüştürür ve yeni tasarım çözümleri üretir. Bu süreç sürekli ve periyodiktir ve bitiş koşulları karşılandığı zaman sonuçlanır. Tasarım yorumlama süreci ise, genellikle kullanıcı tarafından olmak üzere nihai çözümleri yorumlar. Üç süreç arasında, burada sadece genetik arama süreci bilgisayar desteği ile yürütülmektedir.

Genetik arama süreci, başlangıç aşaması ve üç tekrarlı (iteratif) operasyondan oluşmaktadır: yorumlama, seçme ve yeniden birleştirme. Başlangıç aşaması süresince, genotip dizilerinin popülasyonu rastgele bir şekilde üretilir, burada her bir genotip dizisi potansiyel bir çözümü temsil etmektedir. Süreci etkileyen parametrelerin sayısal değeri, bu aşama sırasında görev almaktadır. Bundan sonra, yorum-seçme-yeniden birleştirme ilmiği, bazı koşullar karşılanana kadar tekrar tekrar çalışmaktadır (Jo ve Gero 1994).

Yorumlama operasyonunda, yeni üretilmiş 'birey'in performansı, verilen gereksinimlerin belirttiği kısıtlamalar kapsamında yorumlanmaktadır. Üretilen bireyler genotip olarak temsil edilecekleri için, bu operasyonun başlangıcında fenotipler olarak deşifre edilmelidir ki böylece, bunların uygunluk değerleri ortaya çıkabilsin. Yorum için, bir *Pareto optimizasyon tekniği* kullanılmaktadır. Pareto'nun optimal çözümleri, davranışları diğerleri tarafından etkilenemeyen çözümlerdir. Bu yöntem, çözümlerin uygunluk değerlerini dönüştürür ve bunların vektörel değerlerini belirler. Pareto optimizasyon tekniği, çoklu-kriter çözümlerinin etkili bir şekilde yorumlanmasına olanak sağlamaktadır.

Seçme operasyonu için uygulanan Pareto optimizasyon tekniği, popülasyondaki her bir bireyin, sahip olduğu uygunluk fonksiyonu değerinin, diğerlerine oranla boyutsal

olarak temsil edildiği bir dilimin bulunduğu bir rulet çarkı benzetimini kullanmaktadır. Ağırlıklı rulet çarkını çevirerek, daha yüksek oranda uygunluk değerine sahip olan bireyler seçilir ve başarılı olanlar jenerasyonda daha yüksek sayıda döl sayısına sahip olabilirler. Rulet çarkının dilim açıları, her bir ‘birey’in Pareto değerine göre belirlenmektedir. Bazen, dilim açılarının, çözümler üzerindeki önyargıyı azaltmak veya artırmak için boyutsal olarak ayarlanması gerekmektedir. Dilim açılarının kullanımının bir yolu aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir.

$$A_i = \sum B_{pi} / B_{pi}$$

$$\alpha = A_i / \sum A_i * 360^\circ$$

A_i her bir Pareto optimal değerinin ters değeri

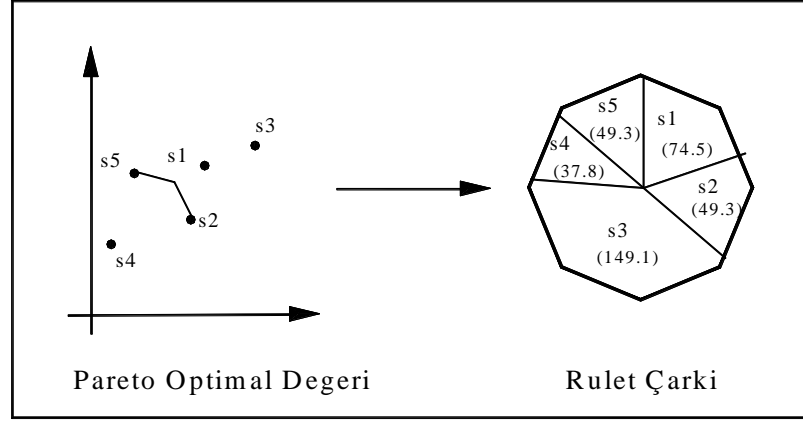
B_{pi} bireysel uygunluk veya Pareto optimal değeri

α dilim açısı

Tablo 4.2 Bir dilim açısı kullanımı örneği (Jo ve Gero 1997).

	B_{pi}	A_i	c_i
s1	2	6.5	74.5
s2	3	4.3	49.3
s3	1	13.0	149.1
s4	4	3.3	37.8
s5	3	4.3	49.3
$\sum B_{pi} = 13$			$\sum A_i = 31.4$
			$\sum c_i = 360.0$

Tablo 4.2 de gösterilen, Pareto optimal değerleriyle gösterilmiş beş çözüm vardır. Çözüm s3 en iyi Pareto optimal değere sahiptir, s1 en iyi ikinci değere, s5 en iyi üçüncü değere ve böylece devam etmektedir. Her bir Pareto optimal değeri (B_{pi}) toplam uygunluğa karşılık olarak uygunluk oranına (A_i) göre, dilim açlarına (α) dönüştürülmektedir. Şekil 4.27, Pareto değerlerinin temsilini ve hayali rulete dönüştürülmüş dilim açılarını göstermektedir.



Şekil 4.27. Pareto Optimal Değeri ile Ruletteki dilim açısı eşleşmesi. Bir bireyin Pareto optimal değeri ruletteki dilim açısını üretmektedir.

Rulet çarkı döndürülerek, yeni jenerasyon için bir çözümler popülasyonu seçilir. Bunlar, ilerdeki yeniden birleştirme operatörleriyle transformasyon için çiftleştirme havuzuna gönderilir (Jo ve Gero 1994).

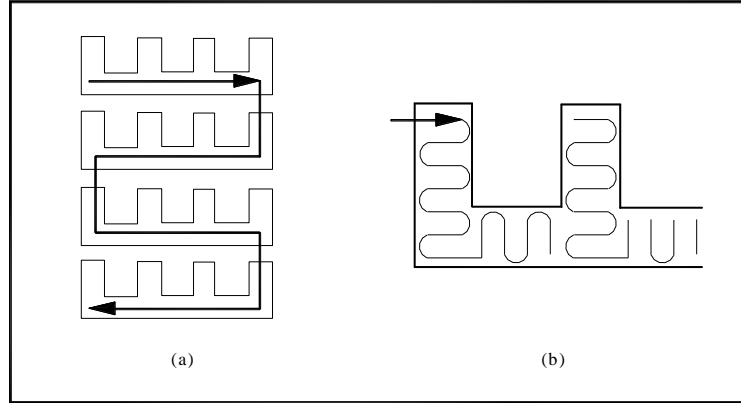
Yeniden birleştirme işlemcileri, ‘crossover’ ve mutasyon, çözümleri dönüştürüp ve yeni tasarım çözümleri üretmektedir. ‘Crossover’ işlemcisi, farklı bireylerin tasarım bilgilerini, mutasyon işlemcisi ise yeni bir tasarım bilgisi yaratmak amacıyla bir tasarım bilgisinin bir kısmını değiştirmek için hibrit tasarım bilgisi üretmektedir. Genotip dizisindeki ‘crossover’ veya mutasyon pozisyonu sayısı bir veya daha fazladır.

Faaliyetler ve Konumlandırma

EDGE Sistemi, daha önce tanımlanan problem çerçevesinde her katta birtakım faaliyetlerin yer alacağı bir ofis plan tasarımı oluşturmaktadır. Her bir faaliyet, alan gereksinimleri veya eş modüllerin sayısı anlamında tanımlanmaktadır ve konum bir ‘uniform grid’ olarak dikkate alınmaktadır. Sürecin başlangıcında, seçilmiş faaliyetler spesifik konumlara önceden atanabilir.

EDGE Sisteminde faaliyetler, üst kattan alt kata, bir genotip dizisiyle verilen kuralları takip ederek atanmaktadır. Burada kullanılan stratejiye göre, eğer bir kat doluyorsa, görev bir sonraki katta bulunan pozisyonlardan devam etmekte ve bir önceki görevin altında yer almaktadır. Şekil 4.28(a), faaliyetlerin farklı katlar üstünde nasıl

atandığını göstermektedir. Şekil 4.28(b), modüllerin bir kat üstünde nasıl konumlandığını göstermektedir.



Şekil 4.28. EDGE Sisteminde faaliyetlerin (a) farklı katlar üstünde ve (b) bir kat içinde atanma yöntemi (Jo ve Gero 1997).

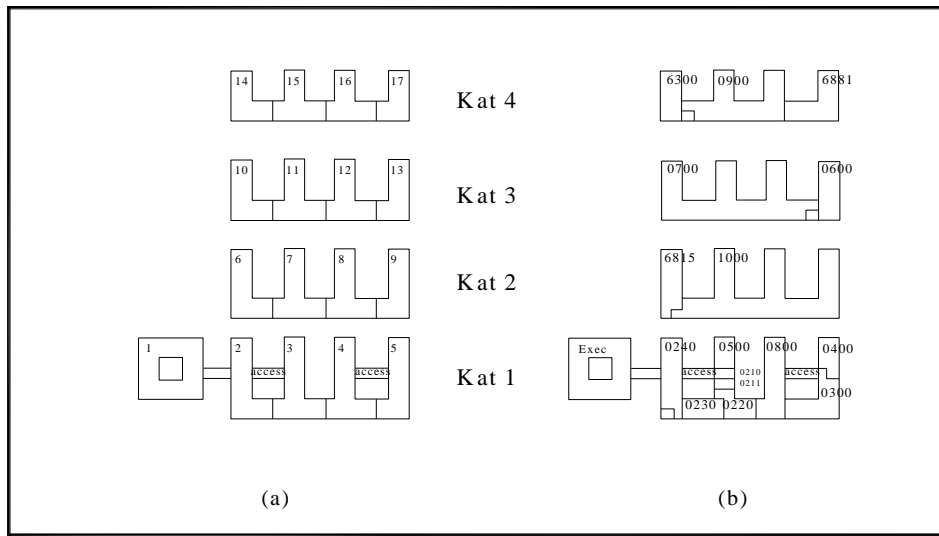
4.2.1.5. Optimizasyon Kriteri

Bu sistemde amaç, özel mekansal gereksinimleri karşılaması beklenen faaliyetlerin toplam maliyeti minimize edecek konumlara atanmasını sağlamaktır. Maliyet ölçüsü, faaliyet çiftleri arasındaki etkileşim maliyetlerini ve atanılan konumları arasındaki mesafeyi veya geçiş zamanını dikkate almaktadır. Oluşturulan Geçiş matrisi (Travel matrix), konumlar arasındaki mesafeyi belirlemektedir. Bir faaliyet çifti arasındaki geçiş maliyeti, konumları arasındaki mesafe ile aralarındaki etkileşim çarpılarak hesaplanmaktadır. Etkileşim matris'i kullanıcının subjektif yargısına dayanmaktadır. Program, matris'te yer alan her faaliyet çifti için belirlenen etkileşim değerini plan içinde yer alan her bağımsız faaliyet çifti için belirlemektedir.

4.2.1.6. Liggett Sistemi ile Karşılaştırma

Liggett (1980), EDGE Sistemi kapsamında tanımlanan böyle bir tasarım problemi için bir optimizasyon sistemi geliştirmiştir. Sistemin iki tipik stratejisi, yapısal yerleştirme ve çift-yönlü geliştirmedir. Yapısal yerleştirme algoritması Graves ve Whinston tarafından ve bir 'ilk çözüm' (initial solution) üretmek için sistemde kullanılmıştır (Jo ve Gero 1997). Bu strateji bir çeşit n-aşama karar alma sürecidir ve boş bir set ile başlayarak faaliyetleri belli bir plan içine birer birer yerleştirmektedir. Atanacak olan bir sonraki eleman, sahip olduğu fonksiyonun istenilen değeri baz

alınarak seçilmektedir. Daha sonra, bir geliştirme prosedürü olarak, çift-yönlü değişiklik kullanılmaktadır. İlk çözümden başlayarak; prosedür, faaliyetler arasında oluşacak olası değiş tokuşları sistematik olarak yorumlamakta ve en iyi çözüm için komşuluk anlamındaki kriter değerini geliştiriyorsa değiş-tokuşu gerçekleştirmektedir. Bu tekrarlanan geliştirme, bir çeşit tepeye-tırmanma (hill-climbing) stratejisidir. Geliştirme tekniğinin herhangi bir çözümü oluşturulmuş olan ilk çözüme bağlıdır. Süreçte, geliştirme prosedürü, detayları rafine ederken, yapısal prosedür çözümün genel tonunu belirlemektedir. Şekil 4.29 (b) bu prosedürlerin ürettiği çözümü göstermektedir.



Şekil 4.29. (a) Ofis planı tasarım problemi için verileri tanımlayan 'zone'lar ve (b) Liggett sistemiyle üretilen çözüm (Jo ve Gero, 1997).

Liggett tarafından kullanılan bir başka strateji de, kat, bölge ve blok görevleri aşamalarını içeren, çok-aşamalı konumlandırma. Faaliyetler her bir kata, eğer tek katlıysa her bir bölgeye ve sonra da spesifik konum modüllerine atanmaktadır. Bölgeler, fiziksel çaplarını alan modüller şeklinde tanımlanarak belirlenir. Her bir kat, alt kata ekstra bir kanat ekleyerek, dört bölgeye bölünür, Şekil 4.29 (a). Bölgeleme, dikey sirkülasyon kalıplarının uyumu için seçilmiştir.

EDGE Sistemi ise tek aşamalı konumlandırma kullanılmaktadır. Bu örnekte EDGE sisteminin neden çok aşamalı konumlandırma kullanmadığına dair üç sebep vardır. İlk olarak, aynı kattaki faaliyetler arasındaki ilişkilerin, bu faaliyetler farklı katlar arasında dağıtıldığında oluşacak ilişkilerden her zaman daha "iyi" olması gerekmez. Bunun sebebi, bir merdiven veya asansörden geçen dikey sirkülasyonun, bir ünite

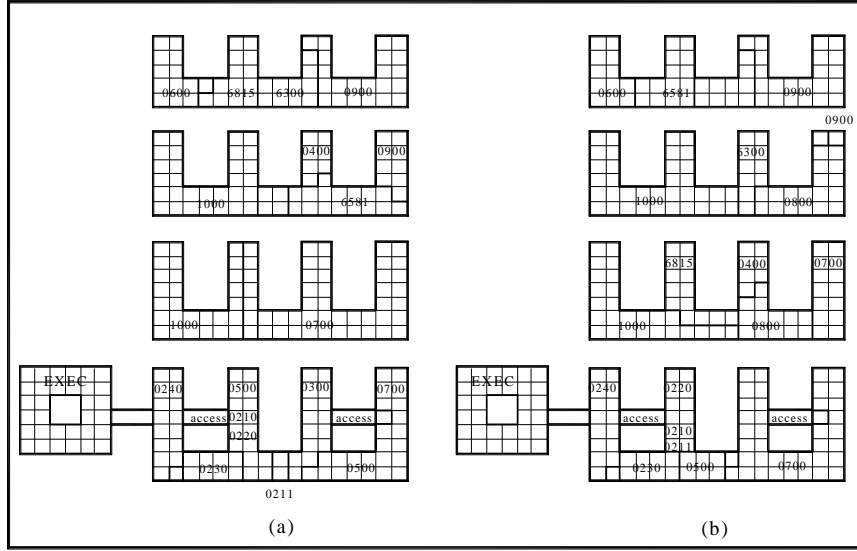
olarak düşünülmesi ve bu yüzden faaliyetlerin, aynı katın diğer tarafına yerleştirilmesinin daha uygun olmasıdır. Bu bakış açısı öncelikle katlar üzerindeki atamaların yapılmasını faydasızlaştırmaktadır. İkincisi, iki farklı ama komşu ‘bölge’ üzerinde konumlanan iki modül arasındaki geçiş maliyeti, bu modüllerin aynı bölgenin iki karşıt tarafında yer aldığı durumdaki geçiş maliyetinden daha azdır, Şekil 4.29 (a). Bu da bölge atamasının yapılmasını anlamsızlaştırmaktadır. Üçüncüsü ise, genetik operasyonların, herhangi bir karmaşık ve gelişmiş strateji tarafından formüle edilecek problemlere gerek duymamasıdır, bunun sebebi de, operasyonların rastgele alan doğası ve genotip seviyesindeki transformasyonlardır. (Jo ve Gero, 1994)

Liggett yaklaşımı, ‘bir hücre için bir ünite’ ataması kullanırken, EDGE Sistemindeki yaklaşım topolojik kural-tabanlı atamayı kullanmaktadır.

EDGE Sisteminde evrimsel tasarım süreci, ilk popülasyonun iki farklı setiyle uygulanmıştır. EDGE sisteminin bu çözümü geliştirip geliştiremediğini görmek için; ilki rastgele üretilmiş bir popülasyonla, diğeri ise Liggett’in son çözümüyle başlamaktadır, Şekil 4.29(b).

EDGE sistemi, Liggett’le aynı yorum tekniğini kullanmaktadır. EDGE sisteminin çözümleri, Liggett’in EDGE sistemi tarafından yorumlanan, son çözümünün uygunluk değeriyle kıyaslanmaktadır. Sonuç olarak EDGE Sisteminde ‘en iyi’ ve ortalama davranış değerlerinin, jenerasyonlar arttıkça geliştiği görülmektedir. Her iki ilk popülasyondan çıkan sonuç da, Liggett’e kıyasla artırılmış performansı göstermektedir ve EDGE sisteminin yeterliliğini ispat etmektedir. Şekil 4.30, evrimsel tasarım sürecinden elde edilen iki çözümün detaylarını sunmaktadır. Bu iki başlangıçtan türeyen son çözümler birbirinden çok farklıdır. Bu da demektir ki, başlangıçta tasarım uzamı içinde yer alan ilk çözümler, süreç sırasında tasarım uzamında aynı konumu muhafaza etmezler; jenerasyonlar ilerledikçe en yakın optimal pozisyonlara doğru serbestçe hareket ederler.

Liggett bir sonraki üniteyi atamaya karar vermek için bir olasılık şeması kullanmaktadır. Hem yapısal hem de geliştirme stratejileri, umut verici bir ‘faaliyet’i seçmek ya da değiştirmek için, her aşamada yorumlamalara gereksinim duymaktadır. Bu yüzden bir çözümü üretirken yorumlama maliyeti oldukça yüksek olmaktadır.



Şekil 4.30. 500 jenerasyondan sonra dönüştürülen nihai çözümler, (a) rastgele tohumlanmış ilk jenerasyondan evrimleşen çözüm ve (b) Liggett'in son çözümünü ilk popülasyon olarak kullanarak evrimleşen çözüm (Jo ve Gero, 1997).

Geliştirme, ağırlıklı olarak ilk çözüme bağlıdır ve bu yüzden arama, ilk çözüme yakın olan bir lokal optimum etrafında uygulanır. Bu da, arama sınırlarının dar olduğunu göstermektedir. Öte yandan, EDGE sistemi, çözümler üretmek ve evrimleştirmek için herhangi bir özel hüristike ihtiyaç duymaz ve çözümün bileşen detaylarını incelemek yerine çözümü bir bütün olarak yorumlar. Bu da sürecin çok daha ekonomik olarak bilgisayarlaştırılmasına olanak sağlar. İlk popülasyon nihai çözümleri etkileyebilirken bu, Liggett'in sürecinde olduğu kadar belirgin ve önemli değildir. EDGE sistemi, global optimumu içeren büyük bir araştırma uzamı alanında arama yapar. Tablo 4.3, Liggett'in 'Space Layout System' ile EDGE sistemi arasındaki karşılaştırmayı göstermektedir:

Tablo 4.3 Liggett'in Space Layout System'i ile EDGE Sistemi arasındaki karşılaştırma.

	Liggett Süreci	Edge Süreci
Üretim	Yorumlamayı da içeren yapısal bir yöntem	rastgele üretim
Gelistirme	çift-yönlü bir yöntem	evrimsel bir yöntem
Arastırma	çok aşamalı konumlandırma adım adım araştırma olasi uzam içinde	tek aşamalı konumlandırma tüm araştırma uzamında

4.2.2. “THE DIGITAL CLOCKWORK MUSE” Projesi

Bu bölümde, daha önce yaratıcılık başlığı kapsamında açıklanan yapay yaratıcılık yaklaşımı çerçevesinde oluşturulmuş olan yaratıcı bir evrimsel tasarım modeli incelenecektir. Bu sistemde Liu'nun yaratıcılığın ikili geliştirme ve test etme modeli uyarlanarak, bireylerin yaratıcı davranışlarından ortaya çıkan sosyo kültürel yaratıcı davranışlarını incelemek için yaratıcı toplumların bir modeli üretilmiştir. Pratikte uygulanmış olan sistem, yaratıcılık sanısının değerlendirilmesini, bireylerin zaman içinde gelip gittikleri, alan yapısının devamlı olarak değiştiği ve dolayısıyla tanım kümesinin de zaman içinde yeniden yapılandırıldığı yapay bir toplumu modelleyerek yapmaktadır.

Martindale ‘The Law of Novelty – Yeniliğin kanunu’ eserini sunduğu düşünme deneyinde, bireylerin yenilik arayışına etkilerini göstermiştir. Yeniliğin Kanunu sözün ya da işin tekrarlanmasını yasaklar ve suçluları toplumdan dışarı atmakla cezalandırır. Martindale Yeniliğin Kanunu'nun yaratıcı alanlarda neredeyse bir büyüteç olduğunu iddia etmektedir.

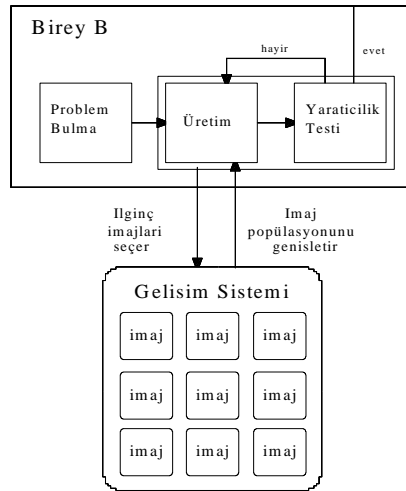
Yenilik arayışındaki bazı sonuçlar uygun olan biçimde yenilik yapmayan bireylerin uzun dönemde yok varsayılacağı ve herhangi bir kişinin stiline karmaşıklığının zaman içinde artan yenilik ihtiyacını desteklemek için artacağı yönündedir. Bu doğrultuda yapay yaratıcılık yaklaşımının, yenilik arayan meraklı ajanlar üzerinde kullanıldığı, yenilik kanununun bilgisayar ortamında oluşturulan bir modeli incelenecektir (Saunders ve Gero, 2001b).

Model, belirli bir alanda ilginç araştırmalar yapmak ve potansiyel yaratıcı ‘genetik sanat eserleri’ üretmek için kullanılan birden fazla ‘meraklı tasarım ajanı’ndan oluşmaktadır. Her ajan, kendisinin genetik sanat eserleri yaratması ve her aşamada gelişi güzel olarak seçilen diğer bir ajanla iletişim kurabilmesi için, değerlendirmeye yönelik bir sanat sistemi ile donatılmıştır. Sanat eseri üreten bireyler yaratıcı olarak kabul edilmekte ve diğer ajanlar tarafından ‘yaratıcılık kredisi’ ile ödüllendirilmektedirler.

4.2.2.1. Tasarım Ajanı ve Kullanılan Sanat Değerlendirme Sistemi

Bu alt bölüm, meraklı bir tasarım ajanının ve temasa geçtiği birbirini etkileyen değerlendirme sisteminin önemli bileşenlerini tanımlamaktadır. Bu projedeki ajanlar başka yerlerde de bulunabilen tanım kümelerinde uygulamasının yapıldığı meraklılık modeli kullanılarak geliştirilmişlerdir (Gero ve Saunders, 2000; Saunders ve Gero, 2001a; 2001b; 2001c). Meraklılık modeli, ajanlara ürünlerin değerlendirilmesi ve uygun aksiyonun alınması için hayati bir yetenek sağlar, örneğin: yeni ürünleri değerlendirme, alandaki diğer bireylerle iletişim kurma ya da tanım kümesine yeni bir ürün eklemek gibi.

Digital Clockwork Muse'daki her ajan, genetik sanat eserleri yaratabilmek için Dawkins, Sims, Todd ve Latham ve diğerleri (Dawkins, 1987; Sims, 1991; Todd ve Latham, 1992) tarafından geliştirilenlere benzer birbirini etkileyen bir sanat değerlendirme sistemi kullanmaktadır. Sistemde, ajanlar yeni genetik sanat eserlerini araştırmak için genetik bir algoritma dahilinde oluşturulmuş bir sanat değerlendirme sistemi ile birbirini etkilemektedirler. Bir ajan ve onun değerlendirilebilir sanat sistemi arasındaki bilgi akışı Şekil 4.31'de gösterilmiştir.

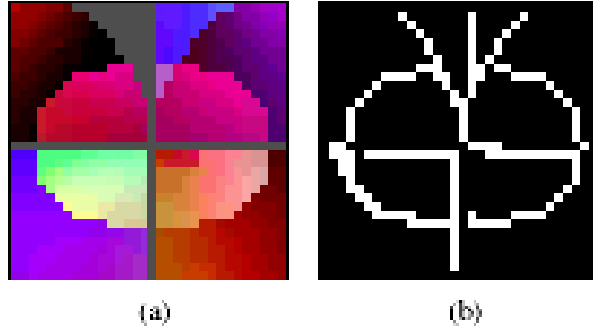


Şekil 4.31. Meraklı bir tasarım ajanı ve interaktif bir evrimsel sanat sistemi (Saunders ve Gero, 2001c).

4.2.2.2. Algılama Yöntemi

Sistem kapsamında her genetik çalışmanın 32x32 piksel imajı, meraklı bir tasarım ajanı tarafından yeniliğinin saptanması için analiz edilmektedir. Bu düşük

çözünürlüklü bir imaj olmasına rağmen, karmaşık sanat eserlerinin geliştirilebilmesi için yeterince büyüktür. İmajı hissedebilmek için, Laplace kenar detektörü ve sabit bir hassas girişli fonksiyonun görece olarak basit bir kombinasyonu, genetik bir sanat eserini çiftli (binary) imaja dönüştürmektedir, Şekil 4.32.



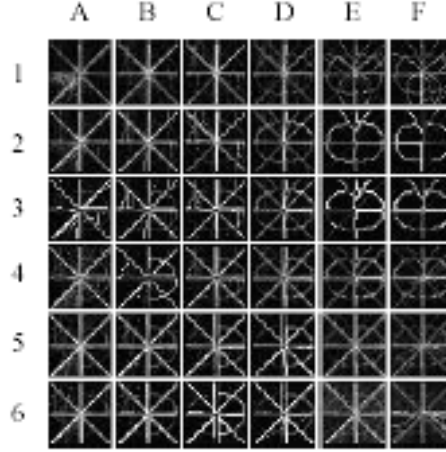
Şekil 4.32. İmajların kenar yapısını çıkarmak için genetik sanat eserine uygulanan imaj işleme yöntemi. (a) orijinal imaj, ve (b) en belirgin kenarları bulabilmek için imaj işleme yöntemiyle oluşturulan binary imaj (Saunders ve Gero, 2001c).

4.2.2.3. Yenilik ve İlgi Çekicilik Yaklaşımı

Her ajan, olası genetik sanat eserleri uzamını keşfettikçe, imaj kategorilerini öğrenmek için, bir sinir ağı ile donatılmıştır. Her ajanın kendi kendini organize haritası, ya da SOM' u, (Kohonen, 1995) o ajanın, ağın bir sinir hücresi tarafından tanımlanan değerlendirme kategorileri vasıtasıyla, her sanat eserini sınıflandırmaktadır. Her sanat eserinin sunulmasında, çiftli (binary) imaj, 1024 değer içeren bir vektöre çevrilmiştir. Bir ajan olasılıklar uzamını keşfettikçe, halihazırda kapladığı genetik sanat uzamında tipik sanat eserlerinin haritasını öğrenir. Bu harita ile yeni sanat eserini karşılaştırdığı zaman, ajan yeniyi ve potansiyel olarak ilgi çekecek olan sanat eserini ayırt edebilir.

Sinir ağının ürettiği harita, ajanın yeni sanat eserini, önceden yaratılmış olanla kıyaslayabilmesi için kısa dönemli bir hafıza oluşturur. Ağ büyüdükçe, ajanın sahip olduğu sinir hücreleri artar ve karşılaştırma için geri çağırabileceği ve hatırlayabileceği daha çok sanat eseri kategorisi oluşur. Şekil 4.33 benzer veri biçimleri için oluşan komşulukları göstermektedir, örneğin E2 ve A6 etrafında, ortak alanlarda yer alan biçimler gibi. Temsillerin bu şekilde karıştırılması, geçmiş deneyimlerden genelleme yapabilme ve böylece görülemeyen ürünler hakkında

tahminde bulunma yetisi olan ajanlar sağlar. Bu meraklı tasarım ajanları için önemli bir yetenektir çünkü yeni ürünlerin yeniliği hakkında tüm tasarım uzamını örneklemeden belirleyici olabilmeye izin verir.

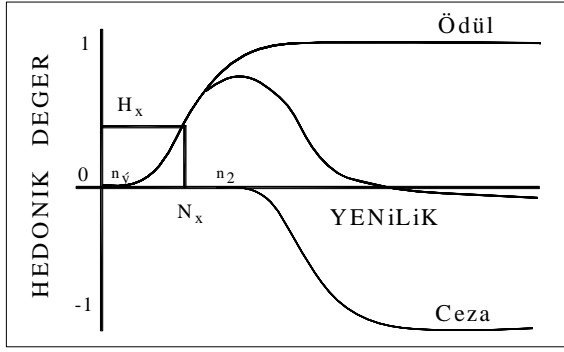


Şekil 4.33. 4B' de gösterilen F2 konumundaki girdiyi sınıflandıran organizasyon haritasının 36 nöronu ile temsil edilen prototipler (Saunders ve Gero, 2001c).

Yenilik (N), sanat eseri için uygun bir kategori tanımlamak olduğundan, ajanın SOM'unun sınıflandırma hatası olarak değerlendirilir. Yenilik değerleri, örneğin sinir ağının en 'iyi uyan' sinir hücresi tarafından ortaya konan değerlerin imaj büyüklüğüne dayanması; bu örnekte bu değerler N=0 ve N=32 aralığında, N=0 kesin uyabilen ve N=32 olduğunda tamamen birbirine uyamayandır. Bu, en yakın kategori prototipinin giriş biçimine olan uzaklığını ölçmektedir.

İlgi çekiciliğe göre gelişmiş sanat eserlerini değerlendirmek için tek kriter olarak yenilik kullanılmaktadır. Bir sanat eserinin ilgi çekiciliği, önceki deneyimlere dayanılarak tahmin edilip edilemeyeceğine göre tanımlanabilir.

Sanat eserlerindeki ilgi çekicilik, artan bir üretme etkisine maruz kalan insan ve hayvanlarla yapılan çalışmalar sonucu üretilen bir artan tepki eğrisi olan Wundt eğrisinin bir ortalaması kullanılarak hesaplanır. Wundt eğrisi Şekil 4.34'de gösterilmiştir. Berlyne, onun genelde artan tepki ile ilişkilendirilen zevk/acı tepkileriyle olan ilişkisine dikkat çekerken Wundt eğrisini hayatın kendisini zevk alma olarak gören öğretisi – hedonik fonksiyonunu referans göstermektedir (Saunders ve Gero, 2002).



Şekil 4.34. İlgü çekiciliği ölçen hedonik fonksiyon. Hedonik fonksiyon kalın çizgi ile, hedonik fonksiyonun biçimini oluşturan ve ödül ve cezayı temsil eden sigmoidal eğriler ise kesikli çizgilerle gösterilmiştir (Saunders ve Gero, 2002).

Bu modelde, Wundt eğrisi toplu Gauss fonksiyonlarının toplamı olarak, hedonik değer grafiği ise iki adet S biçimli grafiğin toplanmasıyla hesaplanır. Bu araştırmada kullanılan hedonik (artan tepki) grafiğin en önemli özelliği olan iki doğrusal olmayan fonksiyonun toplamı olan Wundt eğrisidir. Şekil 4.34'te gösterildiği gibi her iki olayda da fonksiyonlar çevrilmiş U biçiminde bir eğri oluşturmak için toplanır. 'Reward - Ödül' olarak adlandırılan S biçimli fonksiyon, aslında oldukça az giriş üzerinde yükselme eğilimli ajana verilen ödüdür, n1. Punish – ceza olarak adlandırılan ikinci fonksiyon, daha yüksek giriş üzerinde yükselme eğilimli ajana verilen cezadır, n2. Ödül ve ceza S biçimli eğrileri için girişleri değiştirerek, eğrinin tepe noktası yenilik ekseninde istenilen noktaya getirilebilir. Bu projedeki ajanlar, yukarıdaki hedonik fonksiyonu, belirli bir sanat eseri üzerinde SOM ile belirledikleri yenilik karşısında duydukları ilgi seviyesini hesaplamak için kullanmaktadırlar.

4.2.2.4. Ajanlar Arasındaki İletişim

Ajanlar sinir ağının ve hedonik fonksiyonun birleştirilmesi sonucunda meraklı bir hareket biçimi sergilerler. Bir sanat eseri kümesi içindeki ajan kendi organizasyon haritasında mükemmel olmayarak tanımlanan sanat eserlerini, hedonik eğrinin tepe noktasından düşmeyecek kadar yeni olduğunu belirterek, beğenir. Böylece, ajan kendi sunumunu ilerletmek için her zaman basamağında, benzer ama farklı sanat eserlerini beğenme şansına sahip olur (Saunders ve Gero, 2001c). Başka bir ifadeyle, ajanlar önceki deneyimlerine çok benzer ya da onlardan çok farklı sanat eserlerine çok az ilgi göstermektedirler.

Bir sanat eserine bir ajanın gösterdiği ilgi, o sanat eserinin iş görürlüğünü belirler. Eğer bir sanat eseri verilen zamanda yaratıcı olarak değerlendirilemediği halde en çok ilgi çeken ise, o sanat eseri ilerideki araştırmalar için başlama noktası olarak seçilmekle beraber, diğer ajanlara gönderilmez.

Eğer bir sanat eserinin ilgi çekiciliği, potansiyel olarak yaratıcı sanat eserleri aralığının en alt sınırını belirleyen değeri kırarsa, o sanat eseri eşdeğer bir gözden geçirme için diğer ajanlara gönderilir.

Sanat eserleri, kendilerinin sembolik tanımlarını kodlayan mesajlar olarak el değiştirir. Alıcı ajanlar mutlaka sanat eserinin genetik temsilini açıklamalı ve daha sonra değerlendirme yapmalıdır. Bir ajan alınmış bir sanat eserini kendi deneyimlerine dayanan kendi yaratıcılık testine göre değerlendirerek tarif etmiş olur. Alıcının geçmiş deneyimleri göndereninkinden farklı olduğu için aynı sanat eseri üzerindeki değerlendirmeler çok farklı olabilir. Bir sanat eseri kendi yaratıcısı için çok ilgi çekici iken, onu değerlendiren bir ikinci ajan için çok sıkıcı olabilir çünkü çok tanıdık ya da az ilgi çekicidir, bir üçüncü için ise yeterince tanıdık değildir.

Bir ajan genetik sanat uzamındaki yeni araştırması için başlama noktası olarak kullanacağı bir sanat eserini kendi sanat eserlerinden daha ilgi çekici bulabilir. Başka bir yerden alınmış bir sanat eserini kullanmadan önce ajan, duyduğu ilgiyle orantılı olarak bazı krediler ödemek zorundadır. Bu hayat boyu toplanan krediler belirli bir bireyin ne kadar yaratıcı olduğunu değerlendirmek için kullanılır.

Ajanlar ilgili alanlar dahilinde yaptığı toplu aksiyonlar sonucu kendi tanım kümelerini oluştururlar. Ajanlar kendilerine ait sanat eserlerini tanım kümesine ekleyemezler; sadece diğerlerinden aldıkları sanat eserlerini ekleyebilirler. Tanım kümesine eklemeyi kaliteli hale getirmek için; alıcı ajanda, sanat eserinin mutlaka kendine ait yüksek bir ilgi oluşturması gerekmektedir. Eğer öyleyse, sanat eseri tanım kümesine onu yaratan ajanı belirleyen bir etiket ile birlikte dahil edilir.

Genetik sanatçılar gelecek nesilleri araştırmaya, tanım kümesine eklenmiş sanat eserlerini araştırarak başlar ancak, sosyo kültürel değerlendirme sürecinin dinamik doğası, yaratıcı olarak kabul edilen sanat eserlerinin alana çok tanıdık gelmesinden

dolayı artık yaratıcı olarak kabul edilmeyeceğine işaret etmektedir. Bu nedenle tanım kümesi yaratıcı işler için anında erişim sağlamaz ama yeni sanat eserlerinin üretilebileceği tanıdık başlama noktalarının deposu gibidir. Tanım kümesinde depolanmış sanat eserleri ile başlanmanın gerçek avantajı alandaki diğer üyelerle halihazırda tanıdık olmalarıdır. Yeni sanat eserleri için kısa bir araştırmanın sonucu, tanım kümesine göre benzer ama farklı yeni sanat eserleri ile ilgili örnekleri, yaratıcı olmaya ideal adaylar yapmakla başlamaktır. Yapay yaratıcılık araştırmacıları tanım kümesinde zaman içinde yaratıldığı kabul edilen sanat stillerinin gelişiminde basamak olarak tutulan kayıtlardan da faydalanabilir.

4.2.2.5. Yaratıcılık Deneyleri

Aşağıdaki deneyler Yapay yaratıcılık sistemleri için Martindale'nin tahminlerini ve ortaya çıkan diğer ilgi çekici davranışları test etmek amacı ile çıkarılmıştır.

Yenilikte araştırmanın etkileri farklı hedonik fonksiyonlara sahip ajanlar üreterek incelenmiştir. Amaç, uygun olmayan biçimde yenilik yapmakta başarılı olamayan ajanların yaratıcı olarak tanınmayacağını göstermektir. Ajanlar uygun olmayan yenilikleri daha önce başka ajanlar tarafından önceden deneyimlenerek kazanılmış 'sıkıcı' imajlar yaratarak veya diğer ajanların değerlendirmesi için fazla farklı olan 'radikal' imajlar üreterek yapabilirler.

Burada tek bir örneklemede her iki tip uygun olmayan yeniliğin üretilmesi de taklit edilmiştir. Bu deney için çoğu 0-9 ajanlarının arasından olan, aynı hedonik fonksiyonu paylaşan bir ajan grubu yaratılmıştır, örneğin ortalama yenilik tercihi aynı (N=11) olsun. Bu ajanlardan iki tanesinin yenilik tercihleri birbirinden oldukça farklı, örneğin birinin, ajan 10, az miktarlarda yenilik tercihi olsun (N=3) ve diğeri, ajan 11in, yüksek miktarlarda yenilik tercihi olsun (N=19). Düşük yenilik tercihi olan ajanlar, yüksek yenilik tercihi olan ajanlara göre daha yavaş bir hızda yenilik üretmeye eğilimlidir. Bu deneyin sonuçları Tablo 4.4'de gösterilmiştir.

Yenilik için aynı tercih değerine sahip ajanların kendi en üst noktaları incelenecek olursa, bunların, ortalama 5.57 yaratıcılık tavrıyla bir biçimde yaratıcı oldukları söylenebilir. Ancak, ajan 10 ve 11 sanat eserleri için herhangi bir kredi elde edebilmiş değildir. Bunun sonucunda gelecek nesiller için bu ajanların yarattığı

herhangi bir sanat eseri tanım kümelerine kaydedilmemiştir. Bu ajanlar yok olduktan sonra, onların harcadıkları efor için sistemde hiçbir şey kalmamış olacaktır.

Tablo 4.4. Farklı yenilik tercihlerine sahip bir grup ajan için yaratıcılık değerlendirmesi (Saunders ve Gero, 2001c).

Ajan ID	Tercih edilen Yenilik	Değerlendirilen Yaratıcılık düzeyi
0	N = 11	5.43
1	N = 11	4.49
2	N = 11	4.50
3	N = 11	3.60
4	N = 11	4.48
5	N = 11	1.82
6	N = 11	6.32
7	N = 11	8.93
8	N = 11	10.72
9	N = 11	5.39
10	N = 3	0.0
11	N = 19	0.0

Sonuçlar bir ajanın yaratıcı olarak kabul edilebilmesi için yenilik yapması gerektiğini gösterirken, bunu öyle bir adımda yapmalıdırlar ki diğer ajanların takdirini kazanabilsinler. Yüksek seviyede yenilik tercihi olan bir ajan, hızlı yenilik üretmede takdir toplamayıp, başarısız olurken düşük seviyede yenilik tercihi olan ajan az yenilik girişiyle yenilik üretmede yavaş kalmıştır.

Bir sonraki deneyde farklı hedonik fonksiyonlara sahip olan ajanlardan oluşan grupların davranışları incelenmiştir. Bunu yapmak için 10 ajanlık bir grup yaratılmıştır, yarısı yenilik N=6 olan hedonik fonksiyonu beğenmiş ve diğer beş ajan ise N=15 olan hedonik fonksiyonu beğenmiştir. Şekil 4.35 ajanlar tarafından gönderilen sanat eserlerini ilgi çekici kabul eden ajanlar arasındaki yaratıcılık kredisi ödemelerini göstermektedir.

Aynı hedonik fonksiyona sahip ajanlar kendi aralarında ilgi çekici sanat eserlerine kredi göndermektedirler, ayrıca nadiren de olsa farklı hedonik fonksiyona sahip ajanlara da kredi göndermektedirler. 0-4 numaralı, 5-9 numaralı ajanlar arasında çok

sayıda kredi mesajı vardır ancak 2 grup arasında tek bir ödeme yer almaktadır – ajan 4, ajan 5’i tek bir ilgi çekici sanat eseri için kredilendirmektedir.

		GÖNDEREN										
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ALICI	0		2	8	1	2						
	1											
	2	2	2	1		1	3					
	3	4	5	2			5					
	4	2	3	3	2							
	5					1		6	1	3	5	
	6							3		4	5	1
	7							3	0		1	4
	8							4	3	0		4
	9							1	4	4	4	

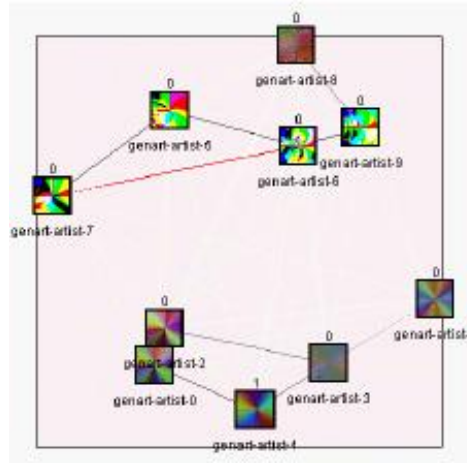
Şekil 4.35. Ajanların yaratıcı olma anlamında verdikleri ve aldıkları krediyi taşıyan toplam mesaj sayısını gösteren matris (Saunders ve Gero, 2001c).

Farklı hedonik fonksiyonlara sahip ajan topluluklarını aynı gruplara koymanın sonucunda komitelerin oluştuğu görülmektedir: Ajan grubu kendi arasında kredi iletişimini sıkça kurmakta ancak komite dışındaki ajanlarla nadiren kurmaktadır. Sonuç olarak gruplar arasındaki iletişim sıkıntısı nedeniyle, gruplar tarafından üretilen sanat eserlerinin tarzı aynı kalmaktadır.

Komiteler arasındaki iletişim nadirdir ancak yaratıcı sosyal davranışın önemli bir yönüdür. Farklı komitelerden iki birey algı açısından benzer tasarım alt uzamlarında gezdikçe komiteler arasında iletişim oluşur. Bundan sonra her birey diğerinin işini değerlendirebilir çünkü uygun algı kategorilerini inşa etmişlerdir. Sanat eserlerinin bir kaynaktan, hedef komiteye transfer edilmesi; hedef komitenin yaratıcılık sürecinde yeni değişkenler tanımlar, bundan sonra iki bireyin kendi sanat eserlerini paylaştıkları zaman yaptığı gibi, iki komite farklı yönlerde gezebilir. Böylelikle komiteler, toplayarak ve ilgi çekici sanat eserleriyle iletişim kurarak keşfedip, süper sanatçılar olarak hareket edebilirler.

Şekil 4.36 iki komite yaratan bir taklidin çalıştırılmasının ekran görüntüsüdür. Ortaya çıkan komiteleri göz önüne getirilebilmesine yardım etmek için, ajanların arasındaki mesafe ajanların sıkça iletişim kurabileceği kadar kısaltılmıştır. 0-4 numaralı ajanlar düşük kesirli (~1.4) boyutlarla yumuşak dairesel imajlar üretirler ve 5-9 numaralı

ajanlar yüksek kesirli boyutlar (~1.7) ile kesin tanımlanabilir köşeleri olan bölünmüş imajlar üretirler, buradan grupların farklı tarzları görülebilir.



Şekil 4.36. İki komite yaratan bir taklit çalışmanın ekran görüntüsü. Kareler ajanları temsil etmektedir. Bu imajlar her bir ajan için seçilen genetik sanat eserini göstermektedir (Saunders ve Gero, 2001c). Karelerin üstündeki numaralar her bir ajanın yaratıcılık değerlendirmesini ifade ederken ajanlar arasındaki koyu çizgiler kredi alışverişini göstermektedir.

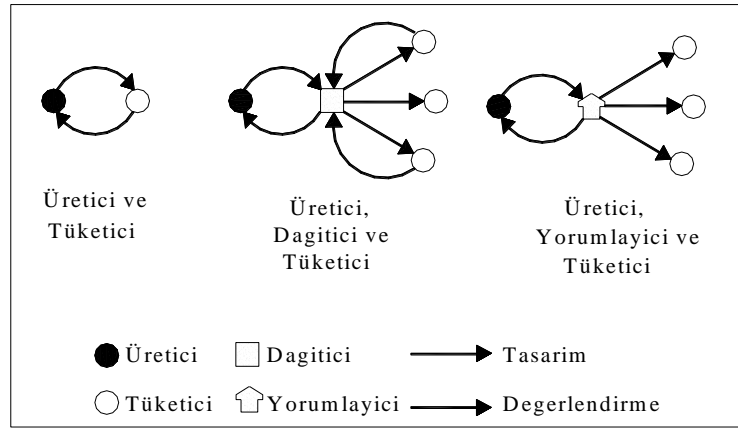
4.2.2.6. Modelin Gelişme Yönü

Sistemde uygulanan yapay yaratıcılık yaklaşımı sosyal yaratıcılığın bazı modellerini geliştirmede bazı fırsatlar sağlayabilir. Bu kapsamda gelecekteki araştırmaların olası 3 yönü: (1) daha büyük yaratıcı toplumların taklit edilmesi, (2) yeni ajan tiplerinin geliştirilmesi ve (3) daha karmaşık sosyal temasların geliştirilmesi gibi görünmektedir.

Daha büyük yaratıcı toplumları taklit edebilme yeteneği, yeni üretilenlerin (Gabora, 1997; Goldenberg ve diğ., 2000) ve tarzların yayılmasını çalışmaya olanak tanıyacaktır. Ayrıca bu, kritik bir boyuta gelen yeni alanların komiteler olarak ortaya çıkmasına imkan verecektir. Uzamsal ve topolojik ilişkiler büyük nüfus modellerinde daha önemli unsurlar olacaktır.

Yaratıcı toplumlarda örneğin tüketiciler, dağıtıcılar, yorumlayıcılar gibilerini de kapsayan yenilik üreticilerinin yanı sıra birkaç önemli oyuncu daha vardır. Her biri yapay yaratıcı toplumlarda kendi rolünü oynar; tüketiciler ürünleri değerlendirir,

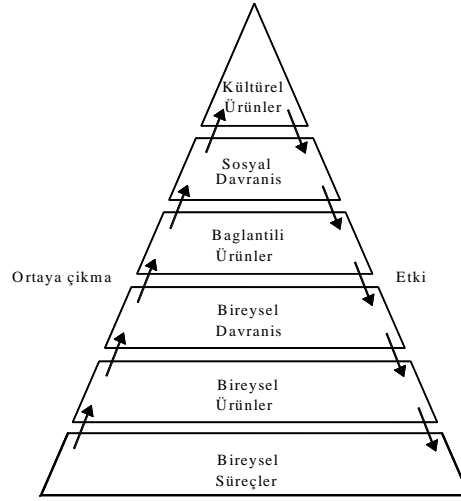
dağıtıcılar ürünleri geniş bir alana dağıtır ve eleştirmenler kendi değerlendirmelerini geniş bir alana dağıtır. Bu roller Şekil 4.37’de gösterilmiştir.



Şekil 4.37. Yaratıcı tasarım topluluklarında yer alan farklı tipteki bireyler ve bunların sosyal rolleri (Saunders ve Gero, 2001c).

İnsanları yaratıcı bir fikriniz olduğuna ikna etmek, o fikre sahip olmaktan daha zordur. Homojen olmayan toplumdaki iletişim kuran ajanların seçimi, tepe noktalarının farkında olmayı arayan ajanlar için önemlidir.

Sosyal davranışın ortaya çıkması, örneğin Yenilik Kuralı, ve dinamik sosyal yapılar, örneğin komiteler; yaratıcı toplumların geliştirilmesi, sosyo kültürel durumlardaki yaratıcı tasarımların doğasına yeni bakışlarla çelişebilir. Şekil 4.38 yaratıcılığın ortaya çıkan özellikler piramidi olarak farklı seviyelerini göstermektedir. Her seviye bir altındaki seviyeden farklı olarak ortaya çıkan yönleri temsil etmektedir. Yaratıcı piramidin kaynağı yaratıcı ajanın yapısına, fikirleri geliştirme ve denemeye izin verme süreçlerine bağlıdır. Bu süreçleri yaşama geçirmenin sonucu yaratıcı ürünlerdir. Geleneksel olarak, bilgisayar ortamındaki araştırmalar, şu iki seviye üzerinde konsantre olmuştur; kodlama süreci bir yazılımın yaratıcılığında önemlidir ve bu süreçlerin, kendilerinin yaratıcı olup olmadığı konusunu belirlemek için çalıştırılması sonucunda elde edilen sonuçların uzmanlar tarafından kontrol edilmesi gerekir. Geleneksel bilgisayar modellerinde, piramidin yüksek seviyeleri yazılım tarafından değil insanlar tarafından sağlanmaktadır.



Şekil 4.38. Yaratıcılık piramidi (Saunders ve Gero, 2001c).

4.2.3. Algoritmik Bir Evrimsel Tasarım Yöntemi

Bu bölümde Tomor Elezkurtaj ve Georg Franck (1999) tarafından geliştirilen ve mimari kat planı tasarımı için yapay evrim metodlarının kullanımını öneren bir sistem incelenecektir. Bu yaklaşımda evrime konu olan özellikler plandaki odaların hem biçimleri ve hem de bu odaların fonksiyonlarıdır. Fonksiyonun mimaride yalnızca fiziksel konforu değil aynı zamanda estetik beklentileri de içermesi bakımından açık uçlu bir konsept olması sebebiyle, bu sistem tasarımın evrimini otomatik olarak yapmayı amaçlamamaktadır. Bundan ziyade kullanıcıyı ekranda görebildiği şekliyle sürece dahil edip, onun interaktif olarak tasarıma katılmasını sağlamayı önermektedir.

Bilgisayar destekli tasarım araştırmacılarının bu konudaki beklentilerinin başlangıç kaynağı sembolik Yapay Zekanın erken dönemdeki etkileyici gelişim potansiyeli olmuştur. Geleneksel yapay zekanın insan zekasını referans alan yaklaşımı, dilin kullanımının programlanmasıdır. Dil, kelimelerin, sembollerin ve hatta biçimlerin kullanımını içeren geniş bir konsepttir. Erken dönemde Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım ve Yapay Zekayı birleştiren yöntem, biçim gramerlerinin formalize edilmesi olmuştur. Biçim gramerleri; örneğin duvar, tavan, pencere, kapı, merdiven gibi mimari elemanlardan oluşan anlamlı mimari planların temsilini oluşturan biçimler, semboller ve kurallar takımındadır. Planlar eğer iyi oluşturulmuşsa, örneğin elemanlar net olarak tanımlanmışsa ve sentaktik kurallara göre kullanılmışsa, anlamlıdır. Bir bilgisayar, semboller kullanarak mimari planlar oluşturmak için programlama sanatı,

grameri oluşturma ve kuralları sentaktik olarak iyi oluşturulmuş ifadeler olarak tanımlamada yatmaktadır.

Bilgisayar sűrűmlű biçim gramerlerinin kullanımı, kaydadeęer anlamda bir mimari Turing testini geçebilme başarısına yaklařmıř durumdadırlar. Bilgisayar ortamında oluřturulmuř gramerler, eęer orijinalleri uzun dűnemde unutulmuř bir řekilde sunulursa, uzman bir gűzű bile kolayca aldatabilecek nitelikteki taklit Palladian villaları ve sahte Frank Lloyd Prairie evlerinin çizimlerini űretmiřtir. Bununla birlikte sembolik Yapay Zeka çoęu zaman ticari Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım yazılımı için uygun modűllerle ortaya çıkmamıřtır. Bunun sebebi ise, mimari tasarımın grafikler űretmeye ve stiller taklit etmeye indirgenememiř olmasıdır. Mimari planların sadece sentaktik olarak iyi oluřturulmuř deęil aynı zamanda anlamlı olması gerekmektedir. Mimari planların anlamı, temsil edilen nesnelere gűrevini yerine getirmesini gerektiren fonksiyonda gizlidir.

Bununla birlikte fonksiyon, mimaride oldukça geniş ve anlaşılması gű bir konsepttir. Bir binanın fonksiyonu, kullanıcılarının ve sahiplerinin ihtiyaçlarını ve isteklerini karşılama gereksiniminden doğmaktadır. Őncelikle mimaride sűz konusu bir bina için, kimin kullanıcı ve kimin binanın sahibi olduğu belli değildir. İkincisi, kullanıcıların gereksinim ve istekleri doğası itibariyle sűbjektiftir; ve ayrıca fonksiyonun konsepti de estetik kadar sűbjektif olabilmektedir. Dahası, estetik algılamaya dahil edilmek için kullanıcı gereksinim ve istekleri hesaba katılmak zorundadır. Bir binanın fonksiyonu, onu oluşturan parçalarının fonksiyonlarının yanı sıra, teknik gereksinimlere indirgenemez.

Bununla birlikte, bazı fonksiyonel gereksinimler operasyonel hale getirilebilir. Bir binanın odalarının fonksiyonunun önemli bir kısmı, komřuluk iliřkileri anlamında ifade edilebilir. Bir holűn karakteristik fonksiyonu, örneęin konut veya yerleřimi oluřturan odaların geri kalan kısmına olan eriřimini saęlamada yatmaktadır. “Mutfak” veya “banyo” gibi isimlerin geleneksel anlamı, içerikteki odaların biçim ve yerleřimine iliřkin kısıtlamalar ve tercihler boyutunda saklıdır. Bu nedenle, bir plan űzerinde tercih edilen boyut, biçim, oryantasyon ve komřuluk iliřkileri programda listesi verilen mekan isimlerini tanımlayarak çalıřmaya bařlamak, fonksiyonla algoritmik olarak uęrařmanın ilk adımı olarak dűřűnűlebilir.

Fonksiyonu bu şekilde somut bir kriter anlamında tanımlamak, yine de fonksiyonlara ait tüm sorunları çözmektedir. Fonksiyonun tam olarak tanımlanmış konsepti ile somut bir kriter tarafından dolaylı olarak tanımlanmış konsepti arasındaki fark gözardı edilmemelidir. Bu farkı gözardı etmek, mimarlığı mühendisliğe indirger. Bir binanın tasarımı, kullanıcılarının ve sahiplerinin sübjektif ihtiyaçları ve istekleriyle bir sanat haline gelmektedir.

Bu yüzden, sınırsız algılamadaki bir fonksiyona anlayışına dikkat çekme, sadece bir risk ve emek kaynağı değil, aynı zamanda da bir sürpriz kaynağı olabilir. Sürpriz yapabilmek demek ise yaratıcı olmak demektir.

Dolayısıyla yaratıcı tasarımı destekleyen algoritmalar, sürprizler üretmeye veya herhangi bir kişinin öngöremediklerini oluşturmaya yardımcı olmalıdır. Algoritmalar öngörülemeyen şeyleri üretmek için nasıl yapılandırılabilirler? Burada gerekli olan kavram 'tesadüfiyet' tir. Tabii ki, biçimleri ve biçim kombinasyonlarını tesadüfen üretmek yaratıcı mimari tasarım için yeterli olmayacaktır. Bu yaklaşımın tasarıma yardımcı olabilmesi için; tesadüfi fırsatları, hedef-yönelimli bir araştırmayla birleştirmek gereklidir.

Mimari tasarımın araştırma uzamını yeterli olarak keşfetme sorununun zor kısmı, uzamın sınırlarını belirlemektir. Prensipten olarak, hasta-tanımlı sorunlarla algoritmik olarak uğraşmak mümkün değildir. Mümkün olarak görülen ise, hasta-tanımlı sorunlarla uğraşacak ekipmana sahip insan tasarımcı ile buna sahip olmayan makine arasındaki iş bölümüdür.

4.2.3.1. Modeldeki Yapay Evrim Yaklaşımı

Bir mimarın en temel görevlerinden biri, kat planı tasarımıdır. Kat planları, şekil ve boyutlandırma problemi, bölge ayarlama ve bina kısıtlamaları, komşuluk ve geçiş ilişkileri ve diğer faktörlerle belirlenen bir programa yer veren geleneksel bir uğraşı alanıdır.

Yukarıda karakterize edilen anlamda yaratıcı mimari tasarımı destekleyen sistem, aşağıdaki özellikleri göstermelidir (Elezkurtaj ve Franck, 1999).

1. Programları interaktif olarak belirlemek ve kat planları oluşturmak için bir arayüz sağlamalıdır.
2. Odaların fonksiyonunu, (a) boyut, biçim ve tercih edilen oryantasyon ve (b) komşuluk ilişkilerine dair kısıtlamalar ve tercihler şeklinde hesaba katmalıdır.
3. Belirtilen tercihleri optimize edecek şekilde yerleşim sorununu karşılayan mekan çözümlerini araştırmalıdır.
4. (a) bir araştırma sürecine müdahale etmeyi (b) belirtilen kriter değerlerini değiştirmeyi kolaylaştırmalıdır.

Sistemin sürpriz üreteceği gereksinimini de eklersek, sistemin yaratıcılığının nasıl olacağını sorgulamak gerekmektedir. Her ne kadar yaratıcılığın bir algoritması olamaz gibi görünse de, doğada hem yaratıcı hem de algoritmik olarak tarif edilebilen birtakım süreçler vardır: Bunların içinde en dikkat çeken, genetik seviyedeki biyolojik evrimdir. Bu konu ile ilgili olarak daha önceki bölümlerde yapılan tanım ve açıklamalara da dayanarak; genomların türlerin evriminde seçilmesi, yeniden birleştirilmesi ve yeniden üretilmesi, bilgisayar tarafından belli bir dereceye kadar tanımlanmasının yanı sıra, yaklaşımın algoritmik olarak da tarif edilebileceği söylenebilir.

Günümüzde çeşitli araştırmacıların ortaya koydukları yeni yapay zeka yaklaşımı, geleneksel yapay zekadan farklıdır. Burada zeka davranış paradigması değişmiştir. Dili, zekanın paradigma durumu olarak ele almak yerine, günümüzde asıl üzerinde odaklanılan konu organizmaların adapte olabilir davranışları veya nüfuslarıdır.

Problem çözmeye sürpriz olarak güçlü olduğunu ispat eden stratejiler arasında, Evrim Stratejileri ve Genetik Algoritmalar vardır. Bu konuda daha önce yapılan tanımlamaları özetlemekte fayda vardır. Hem Evrim Stratejileri hem de Genetik Algoritma, hayatta kalmak için yarışan bireylerin popülasyonunu gen havuzu olarak simule etmektedir. Bu stratejilerin üzerinde etkili oldukları bireyler, tasarım değişkenlerinin aday çözümleridir. Gen havuzu, değişkenleri kodlayan 'bit' dizisi seçiminden oluşmaktadır. Evrim Stratejisi ve Genetik Algoritma arasındaki fark, seçme ve yeniden üretmede rol oynayan tesadüfte yatmaktadır. Evrim Stratejisinde tesadüf mutasyonla sınırlandırılmıştır, örneğin tek genleri değiştirme. Genetik

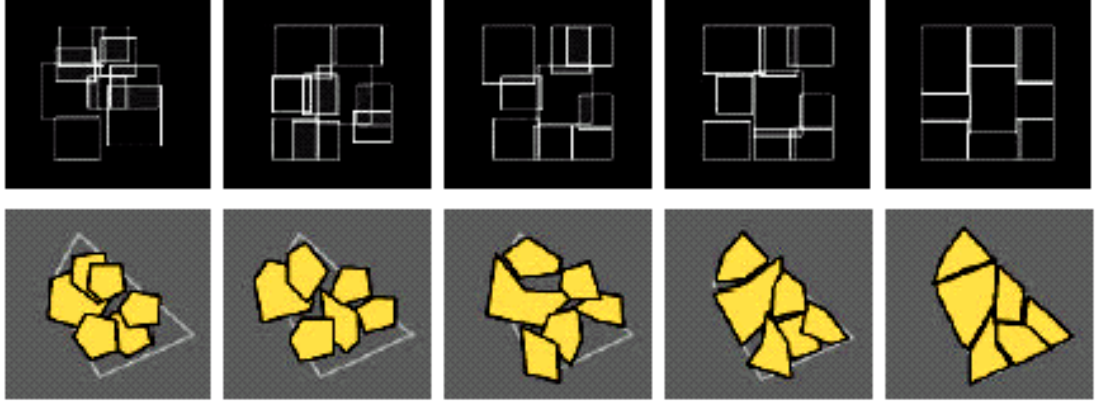
Algoritmada ise, hem mutasyon hem de 'crossover' yer almaktadır. Crossover, bireyler çiftleşmek ve genomlarını yeniden birleştirmek anlamına gelmektedir. Genetik Algoritmada, hem çiftleşen çiftler hem de genomların crossover olduğu yerdekiler rastgele seçilmektedir. Seçme, bireysel değişkenlerin uygunluğuna göre, yeniden üretimde yer alır. Değişkenin daha uygun olması, yeniden üretmesi için daha yüksek şansa sahip olduğu anlamına gelmektedir.

4.2.3.2. Kat Planı Tasarımını Destekleyen Sistem

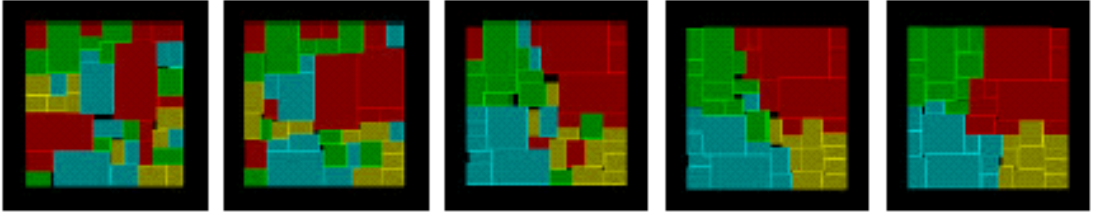
Bu bölümde, gereksinimlerin (1) – (4) öneri sistem kapsamında uygulanma yöntemi tanımlanmıştır. Sistem 3 bölümden oluşmaktadır. Bunlardan ilki olan Evrim Stratejisi, bir binanın formunun verilen boyut ve tercih edilen biçimine uygun olarak odaları ve sirkülasyon alanlarını belirlemek anlamında kat planı oluşturmaktadır. İkinci bölüm olan Genetik Algoritma ise, komşuluk ilişkileri bağlamında ifade edilen, fonksiyonel gereksinimlere göre odaları düzenlemekle görevlidir. Üçüncü bölüm ise, en iyi sonucu elde eden tasarım değişkeninin gösterildiği ve çeşitli müdahalelerle erişilebilir hale getirildiği kullanıcı arayüzüdür. (Elezkurtaj ve Franck, 1999).

Verilen boyut ve tercih edilen biçimde bir binanın dış kontürüne uygun biçimde odaları yerleştirme görevi, tercih edilen proporsiyonları optimize ederken, açıklıkları ya da çakışmaları minimize eden düzenlemeyi bulmaktan ibarettir. Odaları bir dış hatta oturtmak, komşuluk ilişkilerinin ayrıntılı optimizasyonu ile kıyaslandığında, basit bir görevdir. Bu optimizasyon probleminin araştırılması çok daha kompleks ve araştırma uzamı üzerinde daha fazla çalışılmaya gerek duymaktadır. Bu istenen hedefe ulaşmak için, mutasyon ve crossover ile birleştirilen bir Genetik Algoritma kullanılmaktadır. Genetik Algoritma tarafından yapılan operasyon daha önce düzenlenen odaların bir anlamda yeniden yorumlanmasıdır. Komşuluk ilişkilerini optimize etmek için odalara atfedilen fonksiyonları değiştirir. Genetik Algoritma sürecinin girdisi, Evrim Stratejisi sürecinin çıktısıdır, bunun tam tersi de sözkonusu olabilmektedir. (Elezkurtaj ve Franck, 2000).

Model kapsamında böyle karışık bir stratejinin kabul edilmesinin sebebi, diğer bazı sebeplere ek olarak, süreci hızlandırma isteğidir. Çünkü kullanıcıyla etkileşim için hız önemlidir.



Şekil 4.39. Açıklık ya da çakışmaları minimize ederek odaların verilen boyut ve tercih edilen biçimde bir dış kontüre oturtulması (Evrin Stratejisi tasarından oluşturulan şekliyle) (Elezkurtaj ve Franck, 1999).

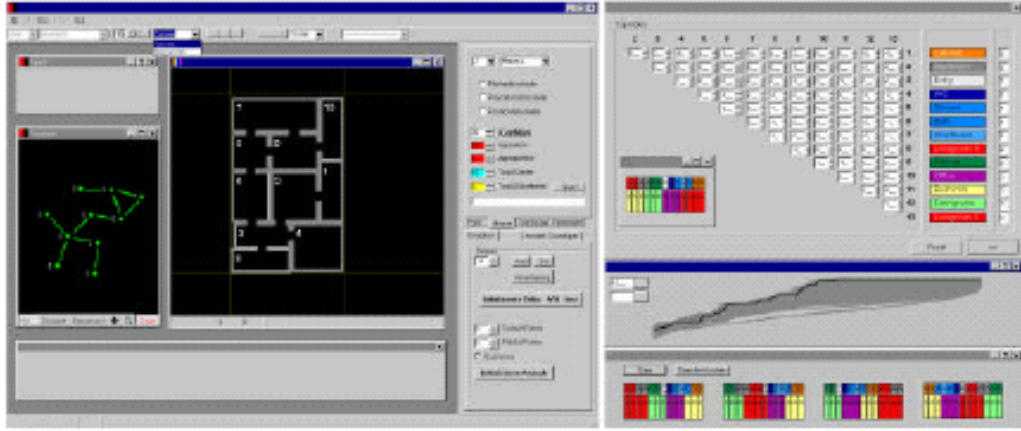


Şekil 4.40. Tercih edilen komşuluk ilişkilerine göre bir dış hatta oturtulmuş modüllerin (oda bölümleri) yeniden düzenlenmesi (Genetik Algoritma ile oluşturulan şekliyle) (Elezkurtaj ve Franck, 1999).

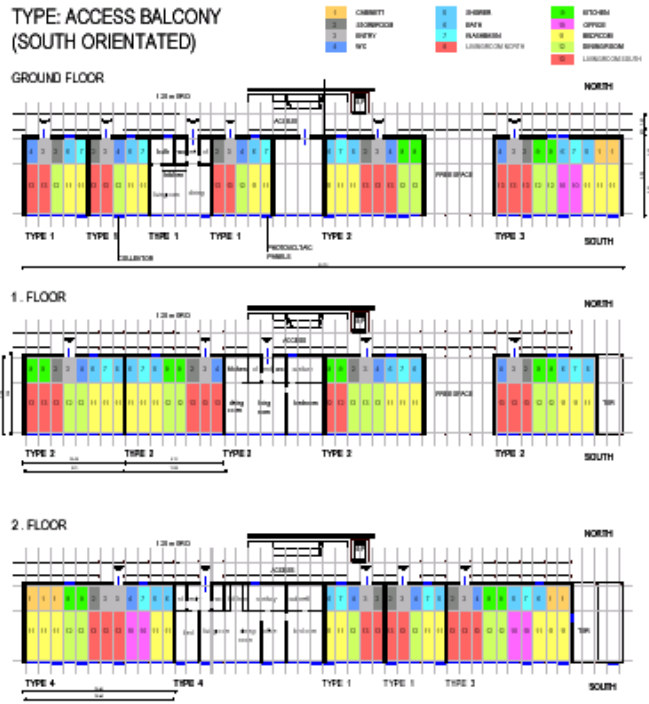
Ön görülen zaman kısıtlaması içinde en yüksek skorla tasarım değişkenini gösteren arayüz, aynı zamanda, pozisyon, oryantasyon, biçim ve odaların boyutunu da, çalışma sırasında, değiştirme imkanını sağlamaktadır. Dahası, odaların oturtulacağı dış hattı değiştirmeye, odaların sayısını ve aralarındaki komşuluk ilişkilerinin ağırlıklarını değiştirmeye de olanak tanımaktadır (Şekil 4.41).

Bir makinenin ulaşamayacağı becerilere, tasarımcının becerilerinin dahil olması önemlidir. Fonksiyonun daha geniş konsepti tarafından zorunlu kılınan gereksinimlerin ve isteklerin karışıklığı ve donukluğu ile insan zekası ve önsezisinin ilgilenmesi önerilebilir. Dahası, insan tasarımcı, algılamanın önsezgisel zekası ve algılananı tanımlama yeteneği arasındaki ayrılık için kullanılmaktadır. Bu ayrılık, yapılamayan fakat bulunması gereken kalitelerin kaynağıdır. Beklenti olarak planlanamayan fakat retrospektif olarak takdir edilen özellikler, mimari kalitenin temelinde yatan kavramlardır.

Bir makinenin, tesadüfi kalite ortaya çıkartmak için yapacağı en iyi şey, bir sürprize sebep olmaktır.



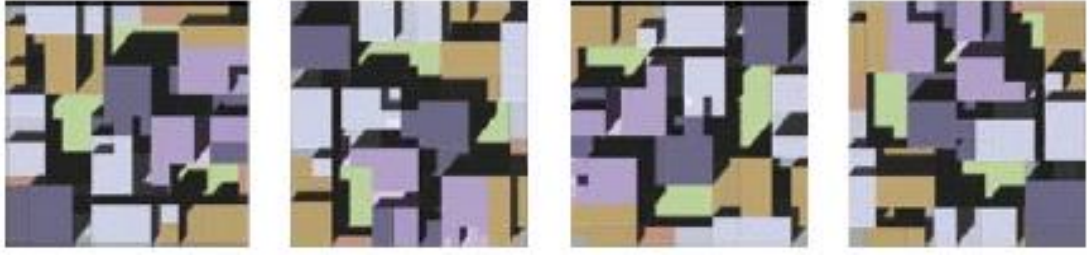
Şekil 4.41. Topolojiyi (geçiş ilişkileri) gösteren kullanıcı arayüzü solda; geometri (kat planı) ortada; topolojik matris (tercih edilen komşuluk ilişkilerinin bağ ağırlıklarını içeren) (Elezkurtaj ve Franck, 1999).



Şekil 4.42. Ekolojik barınakta bir tasarım stüdyosu. Proje Christian Kadletz (Elezkurtaj ve Franck, 1999).

Yapay evrimi bir tasarım ortamına dönüştürme, TU Wien tasarım stüdyolarında, sürpriz üretme potansiyelini ispatlamıştır. Ekolojik barınaktaki bir stüdyoda, büyük miktarda esneklik ve değişkenlik özellikleri gösteren, düşük maliyetli ahşap yapılar

geliştirilmiştir (örnek için şekil 4.42) Kentsel yerleşimde bir tasarım stüdyosunda, sistem, komşuluk ilişkileri gösterimini sınır koşullarında küçük değişikliklere veya ilişkilere atfedilen değerleri optimize eden, hassasiyeti değerlendirmek için kullanılmıştır (şekil 4.43-minimal değişikliklerden sonuçlanan değişkenler serisi). Her ne kadar bu testler önsezgisel tatminkar bir kullanıcı arayüzünü geliştirmenin zor olacağını göstermişse de, beklenmeyen sonuçları kolaylaştırmak için büyük bir potansiyel ortaya koymuşlardır.



Şekil 4.43. Kentsel yerleşim projesi. Değişkenler Christian Hoffmann. (Elezkurtaj ve Franck, 1999).

4.2.3.3. Modelin Gelişme Yönü

Şu ana kadar geliştirilen bu sistem, yaklaşımın fizibilitesini gösteren bir prototiptir. Şu anda çalışma altında olan geliştirme safhaları ise üç yönde ilerlemektedir. İlki, sistemin ele almasına uygun olan biçimlerin geometrisi, mimari ve kentsel tasarım gereksinimlerine ileri safhada kabul edilmek için beklemektedir. Şu anda ele alınabilen biçimler, dikdörtgenler ve daha yüksek seviyedeki poligonlardır. Daha yüksek seviyedeki poligonlar karışıklığı büyük ölçüde arttırdığı için ve bu yüzden sistemin performansını kaydedeğer biçimde azalttığından, serbest biçimler ve karışık geometrilerin daha etkili olarak ele alınması gereklidir. İkincisi, birçok binanın birden fazla katı vardır. Bu yüzden sistem, bir seferde uğraşılacak kat sayılarıyla ilgili olarak genelleştirilmeyi beklemektedir. Kabul edilen yaklaşım, komşuluk ilişkileri için dik yönde, 3D tensörü için topolojik matrisle yer değiştirmede yatmaktadır. Burada sorun yine artan karmaşıklıkta. Üçüncüsü, hedef fonksiyona giren fonksiyonellik kriteri değerinin artırılması beklentisidir. Bu, binaların performansı sonucunda simüle edilen veri tabanı üstünde yapılabilir.

4.2.4. Yaratıcı Tasarım İçin Şema Tabanlı Bir Evrimsel Tasarım Modeli

Yaratıcılık ve tasarımda yaratıcılık daha önceki bölümlerde de belirtildiği gibi farklı bakış açılarından kaynaklanan birçok farklı anlama gelebilmektedir. (Gero ve Maher, 1992; Gero ve Maher, 1993). Yaratıcılığı; sadece ortaya çıkan ve toplum tarafından yaratıcı olarak değerlendirilen ürün kapsamında ele almak ile yaratıcı olarak değerlendirilebilecek ürünleri üretme potansiyeline sahip süreçler olarak algılamak arasındaki fark açıkça çizilmelidir. Bu bölümde inceleyeceğimiz yaklaşıma göre; ortaya çıkan ürünün yaratıcılığı, yorumlanması açısından toplumsal olduğunda; bu ürünün yaratıcı olarak nasıl üretilebildiğini anlamaya yardımcı olan birtakım süreçler de sözkonusu olabilir. Tasarım sürecinde şema konsepti kullanımını öneren bu evrimsel yaratıcılık modeli John S. Gero (1996) tarafından oluşturulmuştur.

Bu model kapsamında yaratıcılık sadece; tasarım ortamına yeni bir ürünün dahil edilmesi olarak değil, yaratıcı olarak adlandırılacak herhangi bir sürecin gerekli koşulu olarak da değerlendirilmektedir. “Yeni bir ürünün” ortaya konmasından ziyade beklenmeyen bir sonucun ortaya çıkmasıdır. Daha formal olarak, rutin tasarımcılık; bir sonraki adımda beklenenlerin yine sözkonusu şema tarafından tanımlandığı bir tanımlı-şemayı takip etme süreci olarak ifade edilebilir. Rutin olmayan tasarımcılığın bir parçası olan *yaratıcı tasarımcılık* ise, tasarım şemasını beklenmeyen ve birbiriyle uyuşmayan sonuçlar verecek şekilde karıştırmak olarak değerlendirilebilir.

Her ne kadar rutin ve yaratıcı tasarım arasındaki sınırı çizmek zor ise de, rutin ve yaratıcı tasarımların üretiminde kullanılan süreçler arasındaki farkları açık açık belirtmek kısmen daha az zordur. Bu bölümde, bilgisayarda yaratıcı tasarımın süreç-yönelimli bir yaklaşımı evrimsel tasarım kapsamında ayrıntılarıyla incelenecektir. Öneri modelde tasarımın şema-tabanlı bir yaklaşımı dahilinde, beklenilmezlik ve „ortaya çıkma“ (*emergence*) kavramları kullanılmaktadır.

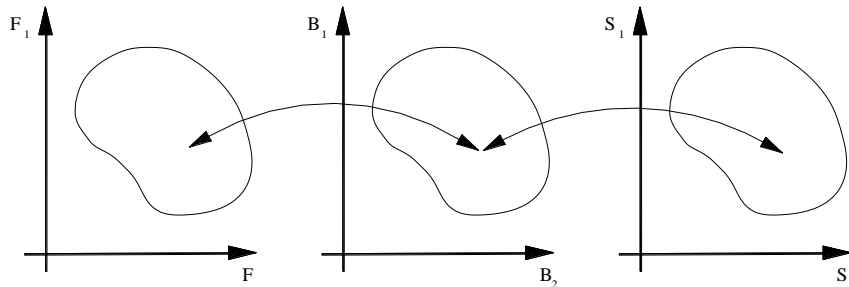
4.2.4.1. Yaratıcı Tasarım Modeli

Bu yaratıcı tasarım yaklaşımında, tasarım süreci anlamında bir yöntem oluşturmak için, fonksiyon-davranış-yapı + bilgi temelini kapsayan kavramsal şema prototipleri kullanılmaktadır (Gero 1990). Dolayısıyla, tasarımların durum uzamı temsiline üç

alt uzamı olmaktadır. Yapı uzamı S (karar uzamı); davranış uzamı, B (performans uzamı); ve fonksiyon uzamı F (ortaya çıkan ürünün teolojisini açıklar). Şekil 4.44 tasarımların durum uzamını oluşturan üç alt uzamı göstermektedir.

Fonksiyonu davranışa ve davranışı fonksiyona; yapıyı davranışa ve davranışı yapıya dönüştüren transformasyonlar varken, fonksiyonu yapıya dönüştüren bir transformasyon yoktur. Bu bir “*no-fonction-in-structure*” prensibi versiyonudur ki, (Gero, 1990) ortaya çıkan ürünün teolojisinin, ürünün yapısından kaynaklanmadığını öne sürmektedir.

Her ne kadar fonksiyon, tasarım hakkında önemli fikirler ortaya koysa da; bilgisayar destekli modellerde çoğu zaman yalnızca yapı ve davranış uzamları dikkate alınmaktadır. Tipik olarak bilgisayar destekli tasarım modelleri; simülasyon, optimizasyon, üretim, ayrıştırma, kısıtlama tatmini ve daha genel olarak araştırma ve keşfetme gibi süreçler olarak gruplandırılabilir. Bütün bunlar ortak bir genel konsepti paylaşmaktadır; buna göre yapılar tasarım sürecinde üretilir ve bunların sonuçsal davranışları yorumlanır. Sadece son zamanlarda, tasarlanan ürünün fonksiyonu bilgisayar destekli modellere dahil edilmeye başlanmıştır.



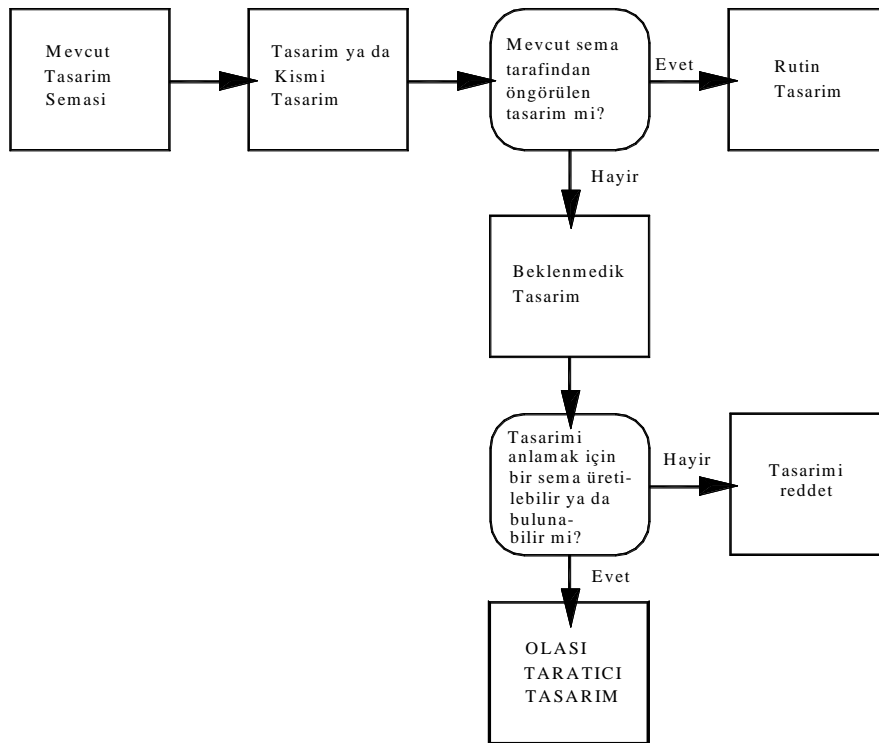
Şekil 4.44. Tasarımın durum uzamını oluşturan üç alt uzam ve bunlar arasındaki transformasyon ilişkileri (Gero 1990).

Buradaki yaklaşıma göre yaratıcılık, iki şemanın birbiriyle kesişmesi üzerinden beklenmeyen bir sonucun ortaya çıkması şeklinde düşünülebilir. Birinci şema, rutin beklentiler setini oluşturur, ikinci şema ise beklenmeyen sonucu anlamak için gereklidir. Beklenmeyen sonuç daha sonra tarif edilecek birkaç farklı yolla üretilebilmektedir.

Yaratıcı bir tasarım modeli, tabiat modellerine analogi yapılarak oluşturulabilir. Koestler bilim ve şiirde olduğu gibi tabiat da yaratıcı kavramların bir sürekliliği

olduğunu işaret etmektedir. “Bu üç durumda da yaratıcı sürecin mantıksal yapısı aynıdır: Gizli benzerliklerin keşfi.” (Gero 1996).

Doğanın iki şema paradigmasına bir örnek: Çalışma umudu olmayan, yeteneksiz bir adam, bir inşaat sahasına gider ve ustabaşına iş var mı diye sorar. Ustabaşı adamın zeki veya kalifiye bir eleman olmadığını düşünür, fakat merhametli olduğundan adama bir şans tanımaya karar verir. “Bana hatıl (Girder) ile kiriş (Joist) arasındaki farkı söylersen sana bir iş veririm, der. Adam kafasını kaşır ve “Kolay!, Eksiğimi böyle bulamazsın, farkı herkes bilir... Goethe *Faust*'u ve Joyce *Ulysses*'i yazdı” der. Buradaki cevap, onları anlamak için yeni bir şemayı gerektiren yeni değişkenleri ortaya koymaktadır. Şekil 4.45 tasarım terimlerindeki paradigmaları sunmaktadır.

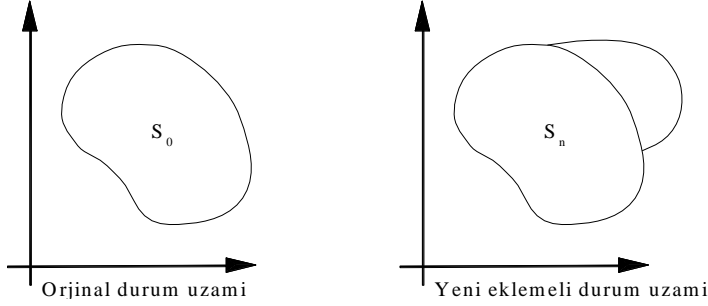


Şekil 4.45. Yaratıcı bir tasarım modeli (Gero, 1996).

4.2.4.2. Yaratıcı Tasarımın Durum Uzamı Temsili

Belirli süreçler ve değişkenler seti için; sınırlı bir konsept veya odak dahilinde işlem yapan herhangi bir bilgisayar destekli model sınırlandırılmış bir durum uzamı oluşturacaktır. (her ne kadar bazı durumlarda sayıca sonsuz olsa da). Böyle bir durum uzamında yaratıcı tasarım, durum uzamında meydana gelecek bir değişiklik ile temsil edilebilir. Şekil 4.44'deki fonksiyon, davranış veya yapıya dair herhangi bir

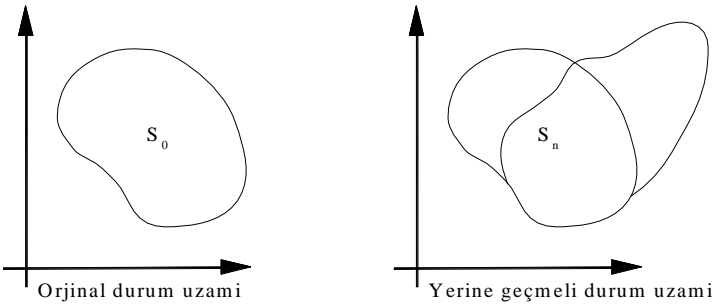
alt uzam değiştirilebilir; her ne kadar tasarımda, değişen genelde yapı uzamı olsa da. Olası iki değişiklik çeşiti vardır: ekleme ve yerine geçme. Bu Stevens'ın fizyolojik temsil ölçülerinin iki şekline dayanmaktadır (Gero 1990). Şekil 4.46'da ekleme yaklaşımı kavramsal olarak, yeni durum uzamı S_n 'nin orijinal durum uzamını da tamamıyla içerdiği bir şekilde ifade edilmiştir. S_0 , i.e. $S_0 \subset S_n$ ve $S_n - S_0$.



Şekil 4.46. Eklemeli durum uzamı görüntüsü (Gero, 1996).

Ekleme yaklaşımı, yeni değişkenler, varolan değişkenler stoğuna eklenecektir anlamına gelmektedir. Gero ve Kumar (1993) yapı değişkenlerinin eklenmesinin, uygun olmayan davranış uzamlarının uygun duruma getirilmesine nasıl olanak sağladığını. Dahası yapı değişkenleri eklemenin, halihazırdaki optimum bir tasarımın davranışını nasıl geliştireceğini göstermişlerdir.

Şekil 4.47'de yerine geçme yaklaşımı, yeni durum uzamı S_n 'nin orijinal durum uzamı S_0 'yu kapsamadığı kavramsal olarak gösterilmiştir, $S_0 \not\subset S_n$. Yerine geçme yaklaşımı, bazı varolan değişkenlerin silinmesi ve yenilerinin eklenmesi anlamına gelmektedir. Silinmiş varolan değişkenlerin sayısı, yeni eklenmiş değişkenlerin sayısı arasında bir bağlantı yoktur. Daha sonra görüleceği gibi bu yaklaşım, 'Ortaya çıkma' konseptine uymaktadır.

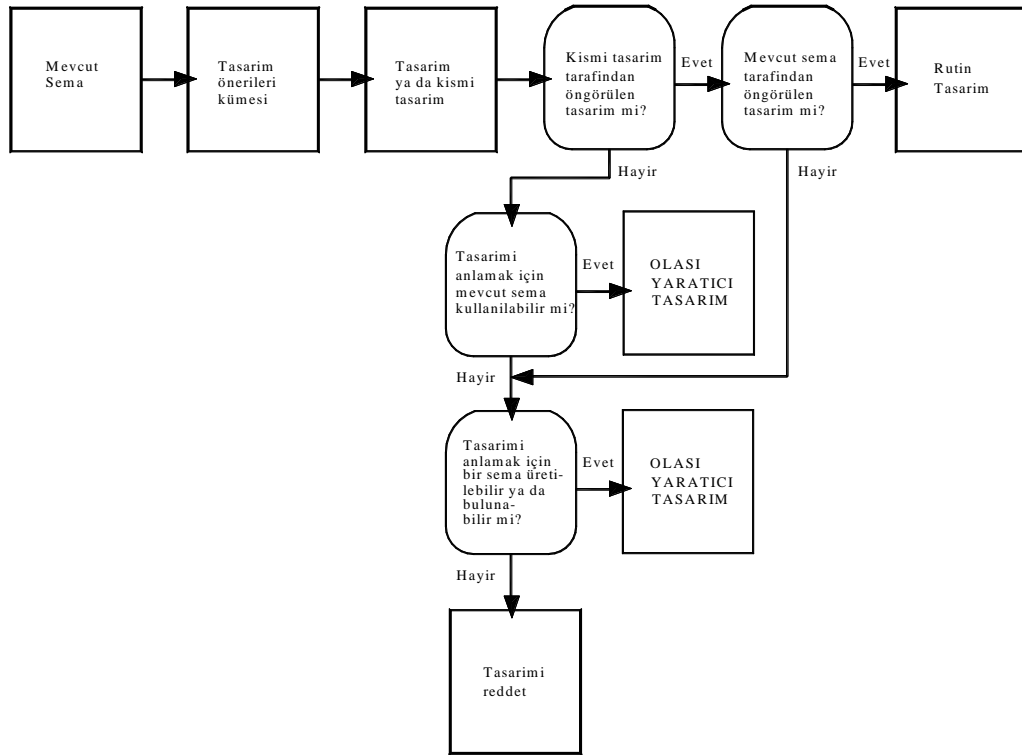


Şekil 4.47. Yerine geçmeli durum uzamı görüntüsü (Gero, 1996).

Bu modelde ortaya konulan yaklaşıma göre yaratıcı bir tasarım sistemi iki konsept içermektedir:

1. yeni değişkenlerin
2. yeni bir şemanın tasarım ortamına dahil edilmesi.

Bu iki konsept birbirleriyle etkileşime girmektedirler. Şekil 4.45’ te belirtilen model, Şekil 4.48’ deki gibi bu konseptleri dahil etmek için ayrıntılı olarak incelenebilir.



Şekil 4.48. Genişletilmiş Yaratıcı Tasarım Modeli. Değişkenlerin yanı sıra şemaları da dahil etmek için Şekil 4.45’ teki model genişletilerek yaratıcı tasarım modelinin yeni değişkenler/şemalarının diyagramatik temsili geliştirilmiştir (Gero, 1996).

4.2.4.3. ‘Ortaya Çıkma’ (Emergence) Kavramı

Açık olarak ortaya konamayan, yani kapalı olan bir özellik; eğer açık hale getirilebilirse ‘ortaya çıkan’ (*Emergent*) bir özellik olarak adlandırılabilir. ‘Ortaya çıkma’nın; yeni şemaların ve buna bağlı olarak da yeni değişkenlerin tasarım ortamına davet edilmesinde önemli bir rol oynadığı düşünülmektedir. Bu kavram yapıların görsel temsillerindeki fenomen olarak algılanabilir. Direkt olarak, değişen

4.49(a)'da açıkça temsil edilmemiş olan ikizkenar yamuğu bulacaktır. 'Ortaya çıkma' kavramı sadece yapı için limitsizdir, fakat davranış ve fonksiyona da uygulanabilir. Finke, verilen sabit bir yapı için 'ortaya çıkan' fonksiyon örnekleri olarak Şekil 4.50 ve 51'i vermiştir (Gero, 1996).

4.2.4.4. Şema Yaklaşımı

Bir tasarım uzamını değiştirmek için ister ekleme isterse de yerine geçme anlamında ne tür süreçler gereklidir? Şimdiye kadar, eskisinin yerine geçen yeni bir şema oluşturma yaklaşımından ziyade değişkenlerin eklemesi için birtakım süreçler geliştirilmiştir.

Fonksiyon (F), yapı (S) ve davranış (B) şeklindeki üç değişik sınıfa kapsayan bir şema tanımlansın: Bu üç sınıf onları bağlayan süreçler (K), tarafından işletilmektedir. Bu, değişken sınıflar ve bunlara karşılık gelen süreçlerin; içerik (C) kapsamında meydana gelen bir tasarım prototipi şemasıdır.

Bu anlamda bir tasarım prototipi (P) şöyle açıklanabilir:

$$P = (F, B, S, K, C)$$

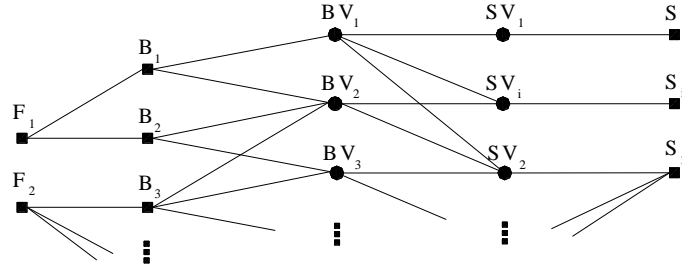
F, B, S ve C' nin tüm değişken sınıfları, K gibi modife edilmeye açık durumdadır.

1. Şemaya Değişken Eklenmesi

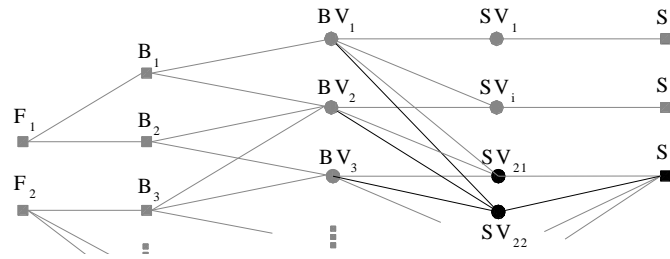
Değişkenlere ekleme yapabilen herhangi bir süreci, ortaya çıkan iki çeşit sonuçtan ayırt etmek gerekir. Böyle süreçler, (i) homojen veya (ii) heterojen olarak değişkenlere ekleme yapabilirler.

Homojen değişken ekleme; eklenen değişken varolan bir değişkenle aynı türde olduğunda ve varolan bilgi bunu mevcut şemaya entegre etmek için kullanılabilirliğinde ortaya çıkar. Şekil 4.52, tasarım prototipinin bağımlılık ağını gösterirken, Şekil 4.53 varolan bilgi yapısını kullanabilen yeni bir homojen değişkenin, tasarım ortamına eklenmesi tarafından değiştirilen aynı bağımlılık ağını göstermektedir. Buna bir örnek de Gero ve Maher (1992) de verilmiştir.

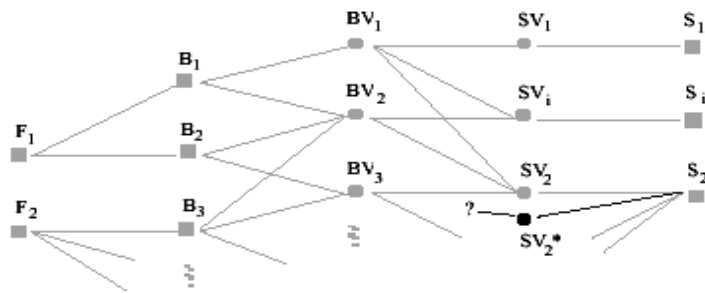
Heterojen değişken ekleme; eklenen değişken varolan bir değişkinden farklı olduğunda ve varolan bilgi bunu mevcut şemaya entegre etmek için kullanılmadığında ortaya çıkar. şekil 4.54, şekil 4.52'in heterojen değişken girişi tarafından değiştirilen bağımlılık ağını göstermektedir. Gero ve Maher (1992)' de buna bir örnek verilmiştir.



şekil 4.52. Fonksiyon, davranış, davranış değişkenleri, yapı değişkenleri ve yapı arasındaki ilişikleri gösteren bir tasarım prototipindeki bağımlılık ağının bir kısmı (Gero, 1996).



şekil 4.53. SV2'yi {SV21, SV22}e bölerek homojen değişkeninin eklemesiyle değiştirilen (şekil 4.52'de gösterilen) bağımlılık ağının bir kısmı (Gero, 1996).



şekil. 4.54. SV2'yi {SV21, SV22}e bölerek heterojen değişkeninin eklemesiyle değiştirilen (şekil 4.52'de gösterilen) bağımlılık ağının bir kısmı (Gero, 1996).

Değişkenleri eklemek için bilgisayar analogları içeren hangi süreçler sözkonusudur? Bu model kapsamında u süreç tanımlanacaktır:

1. kombinasyon

2. analogi

3. mutasyon

Kombinasyon; odak tasarım prototipi (f) denilen bir mevcut tasarım prototipine, birleştirilen (c) (combining) tasarım prototipi denen bir tasarım prototipinin bir parçası veya tamamının eklenmesi olarak tanımlanabilir. Eklenebilen değişkenler yapı, davranış veya fonksiyondan kaynaklanabilir.

Kombinasyon şöyle temsil edilebilir:

$$F_{\text{new}} = F_f \cap F_c$$

$$B_{\text{new}} = B_f \cap B_c$$

$$S_{\text{new}} = S_f \cap S_c$$

new = birleştirilmiş tasarım prototipi

f = odak (mevcut) tasarım prototipi

c = birleştirilen tasarım prototipi

Bununla beraber, bunların her birinin anlamı birbirinden farklıdır. Ekleme fonksiyonlarının, yeni davranışlar (ın eklenmesi) anlamına gelmesi gerekmez çünkü, birleştirilen fonksiyonu karakterize etmek için odak tasarım prototipinde varolan davranışlar yeterli olabilir. Benzer olarak, ekleme davranışları, yeni fonksiyon ve yapılar (ın eklenmesi) anlamına gelmesi gerekmez. Odak tasarım prototipindeki fonksiyonlar birleştirilen davranışı bir nitelime olarak dahil etmek için yeterli olabilir. Odak tasarım prototipindeki yapılar yeni davranışlar üretebilirler.

Genel olarak yapı değişkenleri eklenmektedir. Eğer bunlar homojen değişkenler ise, davranışta herhangi bir değişikliğe gerek yoktur. Eğer bunlar heterojen değişkenler ise, o zaman davranışta değişikliğe gerek olabilir.

Yapı, bir yapı değişkenleri seti tarafından tanımlanmaktadır, SV; ki bu yapının bileşenlerini ve bunlar arasındaki ilişkilerin tanımını yapmaktadır. Dolayısıyla Sf

{SVf1, ..., SVfn} yapı değişkenleri seti tarafından temsil edilirse ve Sc {SVc1, ..., SVcn} ile, SVci SVfj' ye eklendiğinde ya da homojen durumda SVci SVfj için yedek olduğunda, Sf ve Sc'nin kombinasyonu ortaya çıkmaktadır. Eğer sadece homojen yapı değişkeni için bir yerine geçme sözkonusu ise; o zaman bu, genetik algoritmalarındaki geçiş-crossover fikriyle uyuşmaktadır.

Analoji; bir problemin kavramsal yapısının başka bir problemle uyuşması ve buraya transfer edilmesindeki süreçlerin üretimi olarak tanımlanabilir. Yeni probleme transfer edilen bilginin doğasına dayanarak, analogik çıkarsama süreçleri dönüşümsel analogi veya türetimsel analogi olabilir (Carbonell, 2003).

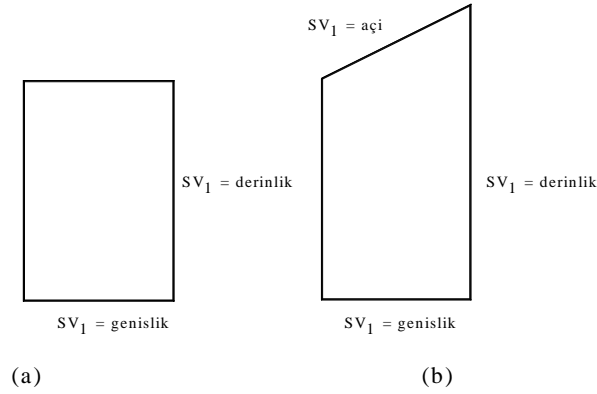
Dönüşümsel analogi fonksiyon, davranış ve yapı üzerinde işlem yapabilirken, türetimsel analogi bilgi üzerinde işlem yapmaktadır. Buradaki öncelikli ilgi dönüşümsel analogi üzerindedir. Çoğu bilgisayar analojiler aynı alandaki durumlar arasında oluşturulur, her ne kadar ilginç analogiler farklı alanlarda meydana gelebilse de. Analogi; kaynak tasarım prototipi denen başka bir tasarım prototipinden, odak tasarım prototipi denen mevcut tasarım prototipine yeni bileşenler eklemektedir. Analogi yerine geçme süreci olarak da düşünülebilir.

Fonksiyon, davranış ve yapı üzerindeki analogik süreçlerin sonuçlarının anlamları, kombinasyondaki gibidir.

Mutasyon bir tasarım prototipindeki değişkenin dışsal bir süreç tarafından değiştirilmesidir. Mutasyon iki temsili seviyede ortaya çıkabilir. Birincisi açık yapı seviyesidir (Jo ve Gero, 1997). Yapı değişkenlerinin mutasyonuna örnek olarak; S yapısının bir yapı seti tarafından tanımlandığı düşünölsün. SVj ise, değeri bir kapı ile kapı pervazı arasındaki bağlantıyı “menteşe” olarak temsil etsin. Bir mutasyon işlemcisi bu değişkenin değerini “sürgü” olarak değiştirebilir. Değerlerine nazaran yapı değişkenlerinin mutasyonuna örnek olarak, yapısal mühendislik kirişinin kesitini düşünelim. Kiriş, derinliği ve genişliği ile tanımlanır (SV1, SV2) Şekil 4.55(a)'da olduğu gibi. Kapalı olarak farzedilmesi dikdörtgen olmasından kaynaklanmaktadır. Bir mutasyon işlemcisi; yapı değişkenlerini, SV3'ün Şekil 4.55(b)'de bir açığı ifade ettiği (SV1, SV2, SV3)' ye dönüştürebilir .

Mutasyon; tasarım prototipindeki yapının değiştirilmesi anlamında genetik bilimi ile analogi kurmaktadır. Genotip seviyesinde sadece temsil edilen yapının değil;

fonksiyon ve davranış ile fonksiyon, davranış ve yapının her üçünde ortaya çıkan mutasyon işlemleri ile beraber kavranması mümkündür.



Şekil 4.55. (a) Orijinal kiriş kesiti iki yapı değişkeni ile açıklanır, (SV1, SV2), (b) Mutasyona uğramış kiriş kesiti üç yapı değişkeni ile açıklanmıştır (Gero, 1996).

Mutasyon işlemcileri ikiye ayrılır: homojen ve heterojen. Önceki gibi homojen işlemciler, aynı türün yeni değişkenlerini mutasyona uğramış olarak üretenlerdir. Heterojen işlemciler ise, mutasyona uğramış değişkenlerin farklı bir türünün yeni değişkenlerini üretenlerdir. Klasik genetik algoritmalarda bütün mutasyonlar homojendir.

2. Şemada Mevcut Değişkenin Yerine Yeni Bir Değişkenin Geçmesi

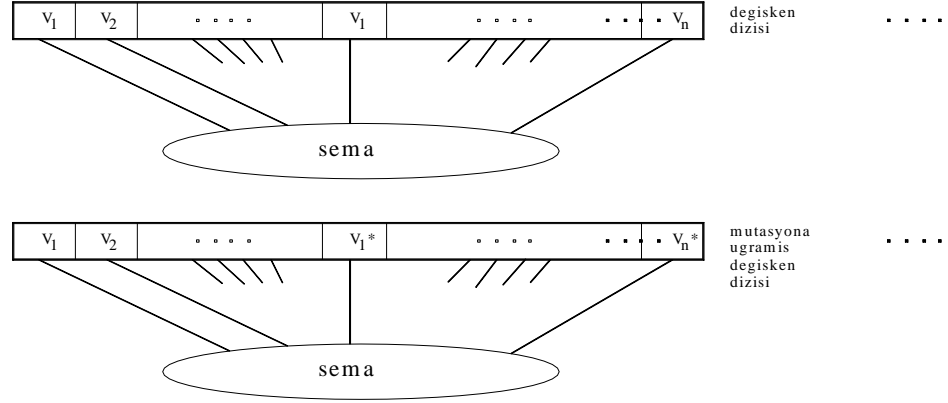
Tanımlanan şemada mevcut değişkenin yerine yeni bir değişkenin geçmesi için bilgisayar analoğları içeren süreçler aşağıdaki gibidir:

1. mutasyon
2. analogi
3. ortaya çıkma (emergence)

Mutasyon süreçleri; heterojen olduklarında, yerine geçme değişkenleri üretebilir ve sonuç olarak bazı varolan değişkenleri silebilirler. Bir temsili değişkenler dizisini, bu değişkenlerin işaret ettiği bilgi ile birlikte bir şema üzerinde düşünelim. Bu dizide bir değişkenin varolan bir diğerinin yerini alması şema üzerinde potansiyel bir değişiklik gereksinimi oluşturur. Bu, şema modifikasyonuna tümevarımsal/veri-yönelimli (bottom-up/data driven) bir yaklaşımdır, Şekil 4.56.

Heterojen değişkenler üreten *Analoji* süreçleri, yerine geçme değişkenleri üretir. Tasarım prototip temsilini kullanan analoji süreçleri, kaynak tasarım prototip şemasının elemanlarını mevcut şemaya davet etme potansiyeline de sahiptirler.

Ortaya çıkma, şemaların yerine geçmesinde önemli bir süreç olup tasarım yerleştirme konseptlerine bağlıdır. Bu kavram, yerine geçme şemaları için bir süreç olarak ele alınmak üzere Şekil 4.56’da yerine geçme şemaları fikri gösterilmektedir.

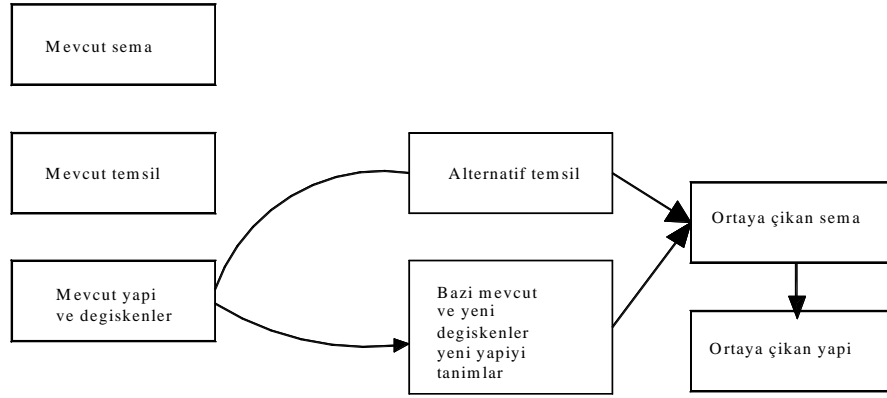


Şekil 4.56. Mevcut şema ve değiştirilmiş şema. Yerine geçme değişkeni, V^* , değiştirilmiş bir şema gerektirir, şema* (Gero, 1996).

Her ne kadar daha önce grafiksel ve görsel modeller üzerinde kayda değer bir geliştirme ve anlama çalışması gerçekleştirilmiş olsa da ‘ortaya çıkma’ kavramının nasıl işlevsel hale getirileceği hala başlangıç safhasında olan bir araştırma konusudur. Aşağıda kavramsal bir yaklaşımın dayandığı alternatif bir model açıklanmıştır (Damski ve Gero, 1997). α bir şema, $R\alpha$ onun birleşik temsili ve VR de R’de temsil edilen şemanın değişkenleri olsun. Bir alternatif temsil, R^* , VR’deki bazı değişkenleri temsil etmede kullanılsın. Bu alternatif temsil, diğer şemalarla birleştirilebilir ve sonuç olarak diğer değişkenleri tanıtabilir. Dolayısıyla, alternatif temsilleriyle görünüşte aynı yapıya sahip olan ‘emergent’ şemalar, mümkün olabilir. Şekil 4.57 bunu grafiksel olarak göstermektedir.

‘Ortaya çıkan’ şemalar üzerinde çalışmanın iki yolu vardır: şemayı araştırma ve şemayı oluşturma. Araştırma, şemanın zaten var olduğunu fakat henüz bunların mevcut duruma uygulanmadığını varsaymaktadır. Bu, tümdengelimsel ya da hipotez-yönelimli (top-down or hypothesis-driven) bir yaklaşımdır. Dolayısıyla, yukarıdaki örnekteki gibi bir özellik iki keşisen sonsuz maksimal çizgi olabilir. Bu özellik,

sonsuz maksimal çizgilerin sınırlanması yoluyla yapılandırılmış bir kapalı biçim olarak ortaya çıkar. Yalnızca bu özellik kullanılarak bir biçim oluşturulabilir. Bununla birlikte, biçimin sınır çizgilerinin özelliklerine dayanan bir şeması vardır. Dolayısıyla, bir emergent şema, ikisi paralel olmak koşulu ile dört sonsuz maksimal çizgiden oluşabilir. Bu Şekil 4.49 (b)'deki ikizkenar yamuk için bir şema oluşturmak için yeterlidir.



Şekil 4.57. Alternatif temsil kullanımına dayanan şema 'emergence' süreç modeli (Gero, 1996).

4.2.4.5. Evrimsel Süreç

Bu bölüme kadar, yaratıcı tasarımın bir modeli düşünülüp, emergence önemli bir fenomen olarak tartışılmıştır; ekleme ve yerine geçme değişkenleri ile ekleme ve yerine geçme değişken şemaları anlamında çeşitli yaratıcı tasarım süreç modelleri sunulmuştur. Bütün bu konseptlerin ortak yanı *değişimdir*. Değişkenler değişir, şemalar değişir ve sonuç olarak yeni (ortaya çıkan) ürünler tasarlanabilir. Bu değişme nosyonu, bir evrim kavramına ve doğal evrim ile evrimsel süreçler arasındaki analogiye işaret etmektedir.

Hybs ve Gero (1992) tasarımda evrimsel süreç modeli için basit bir yapı geliştirmişlerdir. Bu model amaçlarla başlar ve ürün veya (ortaya çıkan) ürünlerle sonuçlanır ve tasarımı içine yerleştirir. Gero (1990) tarafından sunulan tasarım süreç modelinin gelişmiş bir uzantısıdır.

Daha önce açıklanan kombinasyon ve mutasyon süreçleri, genotip seviyesinde işlem yapan evrimsel süreçlere benzemektedir. Genetik algoritmaların bilgisayar ortamında oluşturulması bu konu ile ilgilidir. Her ne kadar genetik algoritmalar yapıları

tasarlamak için kullanılmış olsa da, bunların kullanımı şimdiye dek genel olarak rutin tasarım için olmuştur. Formülasyonlar; kombinasyon ve mutasyonla ve neyin temsil edilebileceğiyle ilgili olarak, yüksek seviyedeki kısıtlamaları kullanıldığı için, yaratıcı tasarımlar ortaya çıkamamıştır. Genotip kavramı, kapalı yapıyı kodlayan bir sabit uzunluk dizisi olarak, tasarımın tüm yönlerini kapsayabilmesi için, genişletilmeye gereksinim duyar: fonksiyon, davranış ve yapının yanı sıra bazı bilgileri içermektedir.

Genetik algoritmalarındaki şema kavramının, mevcut olan eksik-bilgi temsilinden çok, zengin-bilgi temsiline izin verebilmesi için geliştirilmesi gerekmektedir. Zengin-bilgi temsillerine izin vermesinin bir yolu; sadece yapı değişkenlerinin değerlerini kodlamak değil, ama yapı değişkenlerinin kendilerini ve ortaya çıkan yeni yapıların uygunluğunu değerlendirmek için kullanılan davranışları da kodlamaktır. Yapı değerlerinin kodlamanın bir metodu, (üretim sistemleri) olarak gramerleri kullanmaktır. (Woodbury, 1989). Bir sonraki bölümde böyle bir yaklaşım için oluşturulan yapı tanımlanmaktadır.

Geleneksel genetik algoritmaların 'ortaya çıkma' kavramını önleyen bir sabit şema içinde çalıştığı ifade edilebilir. Yerine geçme şemaları için bir temel olduğundan 'ortaya çıkma', yaratıcı tasarımda önemli bir konsepttir. Yeni davranış ve fonksiyonların tanıtılmasına izin verir ve dikkatini yeniden odaklayan ve sonuçlardan yeniden anlam çıkaran bir insan tasarımcı gibi çalışır. Evrimsel bir süreç olarak 'ortaya çıkma' kavramının birkaç önemli sonucu vardır. Bunların en önemlisi, yeni yapılara, fenotipin ortamının değişmesine sebep olan yeni davranış ve fonksiyonların da eklenmesidir.

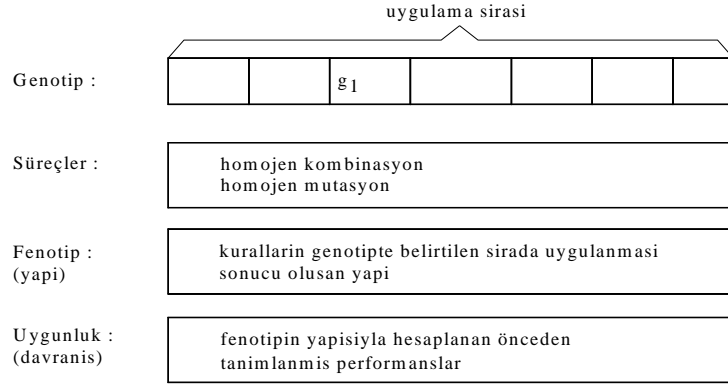
4.2.4.6. Yaratıcılık İçin Önerilen Genetik Algoritma Modelleri

Genetik algoritmalar yararlı bir başlangıç temeli sağlarlar çünkü, bunlarda çeşitli yapıların formal temsilleri ile kombinasyon ve mutasyon operatörleri halihazırda bulunmaktadır. Bir dizi araştırmacı, kendilerini fenotipte bir yapı olarak ifade eden genlerin kodlamasına biçim gramerleri kullanarak başlamışlardır. (Gero ve Kazakov, 1995; Gero ve diğ., 1985; Woodbury, 1989).

Model-1: Sentez olarak planlama

Birinci bölüm, biçim gramer kurallarının sabit bir setine sahip olmak ve olası uygulama sırasını genler olarak kodlamaktır. Bu Şekil 4.58’de temsil edilebilir.

Genetik algoritma; uygunluğu optimize eden planı belirlemek için homojen kombinasyon ve mutasyon tekniklerini kullanır. (örneğin kuralları uygulama düzeni) Bu, rutin tasarıma eşittir.

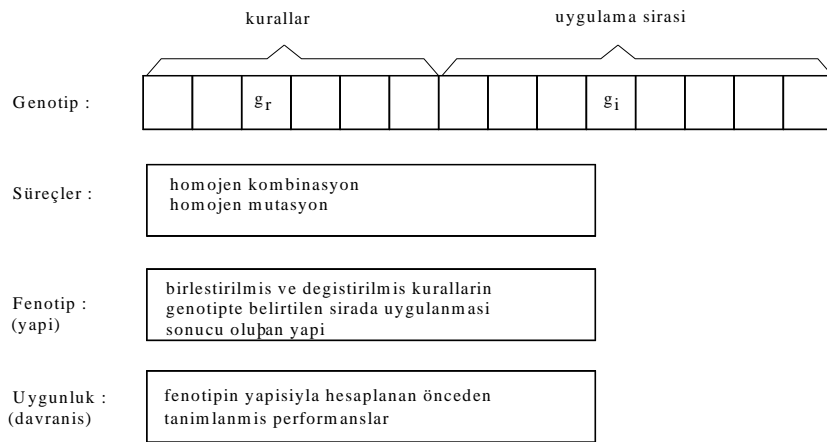


Şekil 4.58. Genotip, süreçler, fenotip ve uygunluğun Model-1 deki semantiği (Gero, 1996).

g_i =uygulama düzeninde kural sayısı

Model-2:Yeni kurallar

Model-1’e bir geliştirme anlamında, kurallar da genlere kodlanmıştır ki böylece, hem kuralların uygulama sırası hem de kuralların kendisi değişime tabi olsun. Bu, Şekil 4.59’da temsil edilebilir.



Şekil 4.59. Genotip, süreçler, fenotip ve uygunluğun Model-2 deki semantiği (Gero, 1996).

$gr = r.kural$

$gi = \text{uygulama düzeninde kural sayısı } i$

Burada kurallar; geliştirilmiş performanslara sahip yeni yapılar üretecek yeni kurallar oluşturulması için, kombinasyon ve mutasyon süreçleri vasıtasıyla değiştirilir. Buradaki özel ilgi, yedek olarak birleştirilmiş kuralların uygunluğudur. (genotiplerin birleşme yolu). Bu, aşağıdaki sürecin bir modelidir.

Gramer kuralları seti gr verilmiştir, A önce gelen, B de şeklin izleyenidir.

$A1 \rightarrow B1$

$An \rightarrow Bn$

Bunları yedek olarak birleştirmenin bir yolu var mıdır ki böylece, yeni kurallar (genotip) yeni yapılar (fenotip) üretebilsin? Yeni kurallar şöyle olmalıdır;

$A1 \rightarrow Bq$

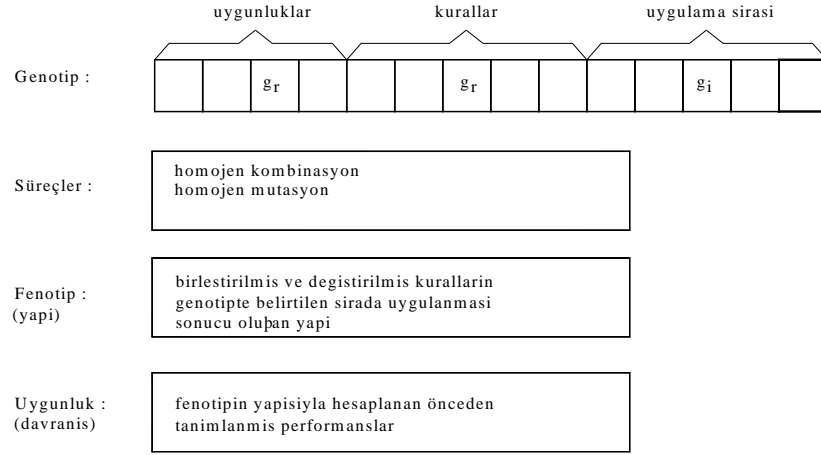
$An \rightarrow Bm$

Bunun etkisi, mevcut şema içinde, olası yapıların durum uzamını artırmaktır. Potansiyel olarak, yaratıcı yapılar mümkün olur. Bazı yeni kurallar şemalar içinde yasalara uygun olmayabilir, ama alternatif bir şemada yasalara uygun olabilir. Alternatif bir şemanın nasıl üretildiği ise halen bir araştırma konusudur.

Model-3: Yeni uygunluk

Model-2'ye genişletme olarak, kurallar da genlere kodlanmıştır ki böylece, hem kuralların uygulama sırası hem de kuralların kendisi evrimsel değişime tabi olacaktır. Bu, Şekil 4.60'da temsil edilebilir.

Evrimsel süreçte herhangi bir zamanda her bir davranış ve uygunluk setini, algoritma daha iyi olan uygunluk jenerasyonu ile yapılar üretecektir. Önceki set için geliştirilmiş yapıları olan her bir modifiye davranış ve uygunluk seti, bir sonraki jenerasyon için başlama tohumu sağlayacaktır. Bu, sabit olmayan bir genetik algoritma olur.



Şekil 4.60. Model-3' te genotip, süreçler, fenotip ve uygunluk semantikleri (Gero, 1996).

$$gf = f. \text{uygunluk}$$

$$gr = r. \text{kural}$$

$$gi = \text{uygulama düzeninde kural sayısı } i$$

Model-4: Yeni fonksiyonlar

Model-3'e bir genişletme olarak, manipüle edilebilen genler seti olarak genotip fonksiyonlara dahil edilmek için genişletilebilir. Bunlardan anlam çıkarma zordur çünkü, fonksiyonlar üzerinde çok az temsil vardır.

4.2.4.7. Modelin Gelişme Yönü

Bu öneri modelin gelişimi anlamında aşağıda belirtilen açık araştırma alanları sözkonusudur:

1. tasarımla ilgili genler temsili;
2. davranış ve fonksiyon nasıl temsil edilir;
3. emergence bilgisayarlı teorisini geliştirme;
4. emergence yerleştirme için süreçler geliştirme ve
5. davranışın evrim nasıl anlaşılır.

Model–1 tasarımı bir optimizasyon problemi olarak, genetik algoritmaların evrimsel makinelerinin uygunluğu optimize eden yapı hakkında tasarım kararları değerlerini yerleştirme için kullanıldığında olur. Bu, rutin tasarım konseptine uyar.

Model–2 yeni kurallar evrimi yeni yapıların üretimi için kullanılmaktadır. Bu, yaratıcı tasarımın başlangıcıdır. Kombinasyon ve mutasyon süreçleri, yeni kuralların evrimi için kullanılabilir. İlk sonuçlar modelin yararlarını göstermiştir, evrimleşen yeni kurallar daha iyi uygunluklar üretmektedir. Model’1 de üretilen optimal uygunluklardan, sonuçlanan uygunluklar daha “iyi”dir. Yeni kurallar orijinal yapılarla üretilebilen kurallar üretir. Yan etki olarak, daha önce üretilemeyen tasarımları, üretebilmeyi öğrenir.

Model–3 davranışlara veya uygunluklara dahil etmek için genetik kodlamayı genişletir ve sonuç olarak bunlar da evrimleşebilir.

Analoji doğal evrimi ve genetik alt katmanıyla, genetik algoritmanın bir süreç veya motor olarak geleneksel tarzdan farklı olarak kullanılan yararlı bir bilgisayarlı yapı sağlar. Tasarımda, sadece çözüm sentezleme değil, optimal çözümler, ama yeni ve beklenmeyen çözümün varlığı sonucu bizim beklentilerimizi değiştiren merak vardır. Bu, yapı, davranış veya fonksiyonda bir değişikliğe gereksinim duyabilir-yaratıcı tasarımın özü de budur.

5. BİLGİSAYAR DESTEKLİ TASARIM MODELLERİNİN YARATICI TASARIM YÖNÜNDE DEĞERLENDİRİLMESİ

5.1. Bilgi-Tabanlı Tasarım Sistemlerinin Yaratıcılık Anlamında Değerlendirilmesi

Bilgisayar destekli tasarım sistemlerinin gelişim sürecinde bilgi-tabanlı tasarım sistemleri önemli bir rol oynamıştır. Bilgisayarların tasarım alanında kullanılmaya başlaması ile birlikte birçok bilgi-tabanlı tasarım sistemi geliştirilmiş ve bunların herbiri kendisinden önce oluşturulmuş olan modellerin tasarım yaklaşımını temel alarak yeni yöntemler önermiştir. Bu süreç, yaratıcı bilgisayar destekli tasarım anlamında yakın zamanda oluşturulan umut verici yaklaşımlara temel teşkil etmektedir. Dolayısıyla bilgisayar destekli yaratıcı tasarım yaklaşımının nereden kaynaklanıp hangi yönler doğru ilerlediğini bir yöntem olarak amaçlayan bu çalışmada, öncelikle bilgi-tabanlı tasarım kapsamında geliştirilmiş farklı dönem ve yaklaşımlardaki modeller incelenmiştir.

Bilgi-tabanlı tasarım bölümünde incelenen tasarım modellerinden ilki olan LOOS Sistemi bu alanda geliştirilmiş olan ilk örneklerden biridir. 1980'li yıllarda bilgisayar destekli tasarım araştırmalarının henüz başlangıç aşamalarında oluşturulmuş bir model olduğu göz önünde bulundurulursa, LOOS Sisteminin dönemi itibarıyla bilgisayar ortamında tasarım araştırmalarına temel oluşturacak önemli bir yaklaşım sunduğu ifade edilebilir. Geleneksel tasarım yaklaşımlarına göre, bilgisayarların tasarlayan olarak kullanılması, içerdiği birtakım kısıtlamalar dolayısıyla imkansızdır. Bu yaklaşım, bilgisayarların tasarımdaki kullanımına dair sınırlı bir bakış açısının sonucu olarak ortaya çıkmıştır. Bu bakış açısı bilgisayarların bağımsız bir yapısı olduğunu kesin olarak farzetmekte; insan ve bilgisayarın birarada bulunduğu tasarım modellerindeki ortak etkileşimler için gerekli olan olasılıkları gözlemleyememektedir. LOOS Sisteminde bu olasılıklar öngörülerek bilgisayar destekli tasarım ortamlarının potansiyeline odaklanılmıştır.

İnsan ve bilgisayarın birlikte çalışması bilgisayarın tasarımda daha etkin olması için yeni imkanlar doğurmuştur. İnsan ve bilgisayar birleştirilerek oluşturulan tasarım ortamında akıllı bir iş bölümü ve temsil mekanizması söz konusudur. Bu temsil dili; tamamlayıcılığı için test edilebilir, geliştirilebilir ve bilgisayarın ana kabiliyetleri için sistematik bir biçimde uygulanabilir niteliktedir. Tanımlanan performans gereksinimleri, istenen özellikleri sağlayacak olan geniş çözüm olasılıklarıyla karşılanabilmektedir. Buna benzer olarak, temsiller ve mimari modellemelerle desteklenen bilgi-tabanlı tasarım süreci; bilgisayarların, kısmi tasarım tanımlamalarını keşfetmek ve bunları işlemek için bir çok çıkarım oluşturmasını sağlayabilmektedir. Bu temsiller, diller ve bellek yapıları bilgisayarların hız ve hafıza kapasitelerini de sisteme dahil ederek, daha etkin tasarımcı bilgisayarlar oluşturabilmektedir. Bu bakış açısıyla, LOOS Sistemi zamanla gelişecek olan tasarım ortamlarını yaratmak için bilgisayar destekli tasarım araştırmalarının henüz başlangıç aşamasında, konu ile ilgili geniş bir perspektif oluşturabilmiştir.

LOOS' un plan tasarımına yaklaşımında, bilgisayarlar üretken uzmanlığı sağlarken insan tasarımcı ise sentaktik olarak oluşturulmuş planların formülasyonunu gerçekleştirmek ve süreci yapılandırıp kontrol etmek için gerekli olan yorumcu yargı mekanizması olarak tasarım sürecini oluşturmaktadır. Birleştirilen kapasitelerdeki bu denge sayesinde LOOS Sistemi, plan tasarımında kendisinden önce karşılaşılan temel sorunların çözümlenmesine yönelik olabilmıştır. Bu sistem kapsamında, yaratıcılığa dair önerilen yaklaşım; yaratıcılığın, tasarımcıya genişletilmiş bir problem formülasyonu uzamı ile olası çözümler uzamını keşfetme kapasitesi verildiğinde ortaya çıkabileceğini öne sürmektedir. Bilgi-tabanlı tasarım sistemlerinin tasarıma getirdiği temel bakış açısını özetleyen bu yaklaşım, bu sistemlerinin bilgisayar destekli tasarım alanında önemli bir yer edinmesinin de asıl sebebi olmuştur.

Sonraki bölümde incelenen tasarım modeli ise, bilgi-tabanlı tasarım sistemlerinin bu ortak yaklaşımı kapsamında bilgisayar destekli tasarımda bilginin temsil ve kullanımı için “prototip” yapılarını önermektedir. Bilgisayar destekli tasarım araştırmalarında LOOS'tan daha sonraki dönemlere rastlayan bu model, keşfediş-tabanlı bir tasarım yöntemi ortaya koymaktadır. Tasarımcı, tasarım problemini anlayıp, onu formüle ettikten sonra ancak çözüm sürecine geçebilir. Modelde prototiplerin tasarım

bilgisini organize ve temsil etmedeki rolü yaratıcı tasarıma ulaşmak anlamında önemli bir yaklaşım olarak düşünülmektedir. Gerçekten de prototiplerin tasarım sürecine adapte edilmesi bilgi-tabanlı tasarım sistemlerinde ilerleyen dönemde yaygın olarak kullanılmış olan bir yöntemdir.

Ön tasarım sürecinde şematik plan üretimi için geliştirilen her iki model de bilgi-tabanlı tasarım sistemlerinin erken dönemlerdeki tipik süreç yaklaşımlarını içermesi ve günümüzdeki tasarım araştırmalarına yön vermesi açısından önemlidir. Bu modellerin, bilgisayar destekli tasarımın son dönemde önerdiği yaratıcı tasarım yöntemleri gözönüne alındığında oldukça yetersiz bir kapsam içerdiği ve pratikte yalnızca rutin tasarıma eşdeğer plan üretimini sağladığı söylenebilir. Fakat üretken uzman sistemler olarak değerlendirilen bu bilgi-tabanlı modeller, kullandıkları bilgi temsil ve tasarım üretim mekanizmaları ile çok daha ileri tasarım sistemlerinin gelişimi için birer kaynak olmuştur. Nitekim bu bölümde incelenen bir diğer bilgi-tabanlı tasarım sistemi olan SEED'in geliştiricileri arasında LOOS Sistemini oluşturan Ulrich Flemming de vardır.

SEED 1990'lı yıllarda Carnegie Mellon Üniversitesinde bina tasarımının ilk aşamalarını destekleyen bir sistem olarak geliştirilmeye başlanmıştır. SEED Sistemi bilgi-tabanlı tasarım sistemleri içinde durum-tabanlı çıkarsama yaklaşımını kullanan bir modeldir. Sistem tasarımcıları iki konuda asiste etmektedir, ilki geçmişteki tasarım durumlarını kapsayan oldukça geniş bir bellek yapısı sağlama, ikincisi de probleme dair geliştirilebilecek bir "ilk çözüm" oldukça hızlı bir şekilde oluşturur. SEED yalnızca problem temsilini oluşturan fonksiyonel üniteleri ve çözümün temsilini ifade eden tasarım ünitelerini her defasında belleğinde depolamakla kalmaz, aynı zamanda problemde çözüme ulaştıran tasarım sürecini de kullandığı teknolojiler ile belleğine kaydeder. Dolayısıyla SEED' in en önemli özelliklerinden biri bu süreç bilgisine sahip olabilmesidir. Bu bilgi durum-tabanlı bir bilgidir ve sistem tarafından çeşitli alt durumlara bölünerek daha sonra kullanılmak üzere depolanır. Ayrıca yeni problemler için oluşturulacak yeni kombinasyonlar bilginin evrimsel bir yaklaşımla kullanılabilmesini sağlamaktadır. Bu yönüyle SEED' in gelişmeye oldukça açık bir yapısı olduğu gözlemlenmektedir ki konu ile ilgili çalışmalar halen sürmektedir. Yeni teknolojilerin ve tasarım yöntemlerinin sistemle

bütünleştirilmesi olasılığı yenilikçi ve yaratıcı tasarım için uygun ortamlar sağlayabilecektir.

Bir sonraki bölümde incelenen KAAD Sisteminde ise, tasarımı kolaylaştıran ancak tamamen otomatik hale getirmeyen bütünleyici bir yaklaşım önerilmektedir. Bu yaklaşım; tasarımcıların, karmaşık tasarım süreçlerini yüzyıllar boyunca bilgisayar desteği olmadan çok iyi sonuçlar alacak biçimde yönetebildiği görüşüne dayanmaktadır. Buna göre, tasarım üretkenliğini ve kalitesini belirgin olarak geliştirmek için her tasarım sürecini otomatikleştirmek gerekli değildir. Daha çok, tasarımcıların ve makinelerin yapabilecekleri arasında bir ortak yaşam kurmak hedeflenmektedir.

Böyle bir bilgisayar destekli tasarım modelinin geliştirilmesi tasarım sürecinin hedeflerinin açıkça temsil edilmesini, ortaya çıkan çözümleri ve çözüm ile hedefleri hem geliştirmek hem de değerlendirmek için gerekli yöntemlerin açıkça temsil edilmesine gereksinim duymaktadır. Burada hedefler, görülen çözümün istenen ve zorunlu performanslarını tanımlayan gereksinimler olarak temsil edilmektedir. Gereksinimler ise, yapının ikili, tamamlayıcı yapısını yansıtan mekansal ve teknik gereksinimler olarak ikiye ayrılmaktadırlar. Sonuç olarak ortaya çıkan hedeflerin karmaşıklığını yönetebilmek için hiyerarşik sıralama sisteme yardımcı olmaktadır. KAAD Sisteminde, ortaya çıkan tasarım çözümünü temsil etmek, yapı objelerinin kendi yapılarından gelen bilginin organize edilmesine yardım edecek özellikteki kalıtım yöntemleri ve uygulaması için nesne-yönelimli bir yaklaşım sözkonusudur.

Tasarım araştırmaları, mimari tasarım sürecini modellemeye ve onun içerdiği bilgiyi gelecekteki bilgisayar destekli mimari tasarımı şekillendirmek için belirleyici bir güç haline getirmeyi amaçlamaktadır. Bununla birlikte, SEED ve KAAD gibi entegre bilgi-tabanlı tasarım sistemlerinin gelişimi, hala pek çok araştırmanın hedefini oluşturmaktadır. Öğrenme, yaratıcılık, ve karar verme gibi mimari tasarımın kalitesini gösteren en önemli özelliklerin ise, günümüz mimarlık ortamındaki genel bakış açısıyla gelecekte de yalnızca insan uzmanın özellikleri olmaya devam edeceği ileri sürülmektedir. Diğer taraftan, bilgisayar ortamında halihazırda oluşturulmuş, çok sayıda analiz, görsel sunum ve hatta kesin çözüm geliştiren algoritmaları içeren pek çok bilgi-tabanlı tasarım süreci vardır. Bunlara ek olarak Evrimsel Tasarım

bölümünde örnekleri incelenen yaklaşımla oluşturulmuş oldukça yeni ve güçlü yaratıcılık potansiyeline sahip tasarım modelleri de sözkonusudur.

5.2. Evrimsel Tasarım Sistemlerinin Yaratıcılık Anlamında Değerlendirilmesi

Bu bölümde Evrimsel Mimari Tasarım bölümünde detaylı olarak incelenmiş olan evrimsel tasarım modellerinin hedefleri ve bunların tasarım sürecinin sonunda hangi oranda gerçekleştirilebildikleri araştırılacaktır. Öncelikle evrimsel tasarım ve yaratıcılık başlığı altında sözkonusu örneklerin verilme amacı önemlidir. Genel olarak tez kapsamında bilgisayar destekli tasarım araştırmalarının yaratıcılık anlamında değerlendirilmesi hedeflendiği için bu bölümde de yaratıcı evrimsel tasarıma ulaşma sürecindeki birtakım aşamalar farklı bakış açılarıyla verilmek istenmiştir.

Genetik evrimsel yaklaşımın bilgisayar destekli tasarımda uygulanmaya başlanmasından günümüze değin geline süreçte daha önceki bölümlerde de tanımlanmış olan birkaç aşama mevcuttur. Bunlardan ilki yapay zeka yaklaşımının güçlü ve umut vaat eden potansiyelini genetik algoritmaların kullanımı çerçevesinde tasarım optimizasyonu için kullanma yöntemidir. Bu anlayış bağlamında birçok model oluşturulmuştur. Dolayısıyla öncelikle evrimsel tasarımın başlangıç aşamasını oluşturan bu modellerin kapasitesini irdelemek amacıyla EDGE Sistemi ele alınmıştır. Evrimsel bir tasarım metodu olan EDGE Sistemi, tasarım problemlerinin belirli bir sınıfını çözmek için oluşturulmuştur. Mekansal plan tasarımı bu modelde, tipik ve kompleks bir problem olarak ele alınmıştır. Genel yaklaşımlar ve bunların kısıtlamalarının, mekansal tasarım problemine uygulandıkları zaman nasıl bir davranış gösterdiği tartışılmıştır. Tasarımda faydalı olabilecek bir genetik evrimsel tasarım sürecinin tasarım optimizasyonu anlamında bazı avantajları araştırılmıştır. Bunlar; basit fakat güçlü işlemler, iki seviyeli temsil ve tasarım uzamında bir popülasyon içindeki arama işlemlerini içermektedir. Genetik evrimsel tasarımın avantajlarını ortaya çıkarmak için bu modelin yapısı ve sonuçları, geleneksel bir tasarım optimizasyon tekniği kullanan Liggett Sistemi ile karşılaştırılmıştır.

Evrimsel tasarım yaklaşımı ve bunun etkili temsil mekanizması, geleneksel tasarım yaklaşımlarının sahip olduğu kimi kısıtlamaların bazılarının üstesinden gelme yöntemlerini göstermektedir. Kompleks tasarım problemleri için formülasyonun zor oluşu, tasarım şemalarının tanıtılmasıyla kolaylaştırılmıştır. Pareto optimizasyon tekniğinin kullanımı ise, çoklu kriterler anlamında yorumlama yapmaya yardımcı olmakta; her bir kriter üstündeki önyargıları kaldırmaktadır.

Popülasyondaki tek-yönlü arama süreci yaklaşımı, kombinasyonel olarak oluşan çözümlerin sayısal olarak aşırı olması problemini çözmektedir. Tek bir popülasyonda genetik arama, rastgele üretim, olasılıklı seçme yönteminin kullanımı, ve basit fakat güçlü genetik işlemler, oluşturulan tasarımın lokal bir optimum değere sahip olmasını engellemekte ve araştırmanın global optimuma daha yakın olması olası çözümleri bulmasına olanak tanımaktadır.

Doğal genetik süreci ile tasarımı birleştiren bu öneri modelde kullanılan genetik evrimsel tasarım sürecinin avantajlarına dayanarak uygulamanın sonucunda, evrimsel bir araştırma tekniğinin bir tasarım süreciyle birleştirilmesinin özellikle de büyük-ölçekli ve bilgisayarlar olarak zor olan tasarım problemleri için oldukça iyi çözümler üretebileceği görülmektedir. Modelin global bir optimum olarak değerlendirilebilecek tasarım çözümlerini üretme hedefine ulaştığı söylenebilir. Yaklaşımın geleneksel algoritmik tasarım yöntemlerinin içinde sıkıştığı lokal optimum tasarım düzeyinden uzaklaşıp global tasarıma ulaşma kaygısı bilgisayar destekli yaratıcı tasarım için bir başlangıç olarak ele alınabilir.

Daha sonraki bölümde incelenen bilgisayar destekli çalışma, yaratıcı toplumları modellemek için yapay yaratıcılık yaklaşımını göstermektedir.

Yapay yaratıcılık bu modelde farklı bir yaklaşım önermektedir; bir parça yazılımı bir ürünün yaratıcı olup olmadığını anlamak için değerlendirmek yerine, ajanların, ajanların davranışlarının ve yapay toplumların üzerine odaklanmaktadır. Yapay yaratıcılık, bireylerin yaratıcı davranışlarını modelleme ile, örneğin merak ve bireyler bir araya konduğu zaman ortaya çıkan sosyal davranışlarla ilgilenmektedir. Çünkü yapay yaratıcılıkta bireylerin taklit edilmesi iletişim kurulmuş ürünlerin ve hatta diğer bireylerin yaratıcılığını değerlendirebilmek zorunludur, bireylerin ürünlerinin detayları daha önemsiz hale gelir. Yapay yaratıcılığın çalışılmasında en önemli nokta

ürünlerin iletişimi ve değerlendirmeleri sonucunda ortaya çıkan sosyo kültürel yapılarıdır.

Bu modelde sunulan yapay yaratıcılık yaklaşımı, insan toplumunda yaratıcı konumunu yakalayan ve entegre olan ajanlar yaratmaksızın yüksek yaratıcılık seviyelerinin bilgisayar ortamında çalışmasına izin vermektedir. Yapay yaratıcılık taklitleri gerçek dünyada imkansız olan deneylerin yapay toplumlarda yapılmasına olanak sağlamaktadır. Bu modelde kullanılan ajan-tabanlı tasarım yaklaşımı birçok araştırmacı tarafından kavramsal olarak tasarım alanına uygulanmış ve bu bağlamda çeşitli modeller geliştirilmiştir. Bu araştırmacılardan biri olan John S. Gero özellikle son dönemde, kendisinin daha önce geliştirmiş olduğu yaratıcılık modelleriyle ajan-tabanlı tasarım yaklaşımını birleştiren öneri sistemler üzerinde çalışmaktadır. Burada bu konu ile ilgili olarak daha detaylı bir yöntem araştırması verilmezken, Gero'nun oluşturduğu yaratıcılık yaklaşımı en son örnekte oldukça detaylı bir biçimde sunulmuştur. Fakat bundan önce Tomor Elezkurtaj ve Georg Franck tarafından yaratıcı tasarıma algoritmik bir destek oluşturmak amacıyla geliştirilen bir örnek model incelenmiştir.

Bu modelde Evrim Stratejisi ve Genetik Algoritma birlikte kullanılarak sürpriz sonuçlar üreten bir kat plan tasarımı sistemi oluşturulmuştur. Pratikte bu modelin ne gibi sonuçlar verebileceğini bilmemekle beraber öne sürülen yaratıcılık yaklaşımı ilginçtir. Yapay evrimin, daha önce yaratıcılık ana başlığı altında da belirtildiği gibi sürpriz üretme potansiyeli vardır. Bu yaklaşım, analitik olarak tanımlanmaya karşı koyan problemlere bir anlamda erişim yöntemi olarak düşünülebilir. Problemleri analitik olarak çözmek, aynı zamanda bunları nasıl çözeceğini gösteren yöntemi tanımlamak demektir. Sembolik Yapay Zekanın biçim gramerleri de bu şekilde ilerlemiştir. Bu gramerler, birlikte çalıştıkları üretim ve indirgeme kuralları, çözümün sentaktik olarak iyi oluşturulması şeklinde, aynı zamanda da mimari açıdan tatmin edici olacak biçimde belirlenmiştir. Bu modelde ortaya konulan Evrim Stratejisi ve Genetik Algoritma uygulaması bu geleneksel beklentiden kaçınmaktadır. Evrim Stratejisini ve Genetik Algoritmayı çalıştırmak için, sadece hedef fonksiyon ve birlikte çalışılacak olan gereksinimin belirtilmesine ihtiyaç vardır. Tabii ki, gereken spesifikasyon önemsiz değildir. Belirli olan, bununla birlikte, Evrim Stratejisi ve Genetik Algoritmanın, rastlantıdan, bir dereceye kadar sonucun tam olarak önceden

bilinmesini engelleyecek şekilde yararlanmasıdır. Kural olarak, optimal olarak bilinen çözümün gerçekte bir optimum olduğunu ispatlamak bile mümkün değildir. Fakat sistemin arkasında sunulan fikir, bu bozukluğun bir erdem haline getirilebildiğidir. Bu fikir bilgisayar destekli tasarımda yaratıcılığa ulaşma anlamında anahtar bir yaklaşım olarak değerlendirilebilir.

Nitekim detaylı olarak incelenen bir sonraki örnekte de, beklenilmeyen, sürpriz ya da yeni olarak nitelendirilebilecek tasarım çözümlerine ulaşmanın “ortaya çıkma-emercenge” kavramı ile yakından ilişkilendirildiği bir model öne sürülmüştür. Daha önce de belirtildiği üzere bu model, John S. Gero'nun mimari tasarımda Fonksiyon-Yapı-Davranış ilişkisi ve evrimsel tasarım yaklaşımını birleştirdiği ve bunları “ortaya çıkma” kavramı çerçevesinde oluşturduğu şemalar üzerinden yaratıcı ve sürpriz tasarımı üretmek için kullandığı bir yaratıcılık modelidir. Gero'nun bu yaklaşımı bilgisayar destekli mimari tasarım, genetik evrimsel yöntemler ve yaratıcılık gibi üzerinde çalışılması oldukça güç olan araştırma alanlarını bütünsel bir tavırla birleştiren önemli bir çalışmadır. Bu model ile ilgili olarak kullanılan kavramlar ve süreç oldukça detaylı bir biçimde sunulmuştur. Bunun sebebi model çerçevesinde hedef olarak gösterilen yaratıcı tasarımı üretme amacı için tasarım sürecinde şemalar aracılığıyla somut olarak açıklanmış olan yaklaşım ve aşamaların biri yeterince detaylandırılmadan diğerinin de anlaşılamayacağı düşüncesidir. Zira bu çalışmanın önemli bileşenlerini oluşturan “ortaya çıkma”, şema teorisi ve genetik algoritmaların kullanımı geleneksel birçok tasarım sisteminde de kullanılmış olmasına karşın, burada yaratıcı tasarıma ulaşmak hedefiyle birlikte ele alınarak oldukça farklı ve dinamik bir yapı elde edilebilmiştir. Elbette Gero'nun öneri model ya da modelleri kavramsal olarak oluşturulduğu için pratikte ne derece başarılı olabileceği tartışılmaz.

Bilgisayar destekli yaratıcı mimari tasarım ulaşılması çok güç ve hatta bazı görüşlere göre imkansız bir hedeftir. Kuşkusuz konuya yaklaşım biçimi, mimari tasarım ve yaratıcılık kavramlarına getirilebilecek farklı tanımlamalardan kaynaklanmaktadır. Bilgisayar destekli tasarım çalışmalarının başlangıcından günümüze kadar geçen kısa süre içinde katedilen mesafeye bakılırsa konunun gelişme potansiyelinin yok varsayılmayacağı görülmektedir. Burada yalnızca evrimsel tasarım yaklaşımı çerçevesinde geliştirilmiş birkaç örnek ele alınmıştır. Genel olarak

değerlendirildiğinde, bu örneklerin her birinde geliştirilen farklı yaklaşım ve yöntemlerin daha önceden oluşturulmuş benzeri mevcut tasarım modellerinden en azından kavramsal olarak daha ileri seviyelere ulaştığı ifade edilebilir. Bilgisayar destekli yaratıcı tasarım araştırmasının da benzeri birçok araştırma alanı gibi, ancak bu şekilde gelişebileceği görülmektedir.

5.3. Mükemmel Bir Yaratıcı Evrimsel Tasarım Sistemini Oluşturmak için Önerilen Bir Yaklaşım

Tasarımda yaratıcılık, üzerinde çalışılması oldukça zor bir araştırma alanıdır. Hem tasarımın hem de yaratıcılık kavramının daha önceki bölümlerde açıklanan tanım güçlüğü ve subjektif olan yapısı, bu problemi bilgisayar ortamında çözme girişimini ulaşılması oldukça güç ve hatta belki de imkansız bir görüntü içine sokmaktadır. Bu konuda günümüze değin gelinen nokta oldukça ilgi çekici olmasına rağmen halen bir başlangıç safhası olma niteliğindedir.

Hayal gücünü bazen gittiği yere kadar serbest bırakmak oldukça anlamlı sonuçların ortaya çıkmasını sağlayabilir. Pratikteki güçlüklerin gölgesinde ilerlemektense kendi isteklerinin tasarımcıyı yönlendirmesi... Fakat doğaldır ki her aktivite alanı için birtakım limitler sözkonusudur: maliyet, zaman, bilgi, teknoloji gibi. Ama neden bu engellere takılmak zorunda olunsun? Neden bir an için amaçlanan eylem için hiçbir limit olmadığı varsayılsın? Böyle bir düşünme pratiği, gerçekleştirilemeyeceği düşünülen fikirlere ulaşmayı sağlayacak yegane araç olabilir. Örneğin yaratıcı evrimsel tasarım alanındaki en erken çalışmalar, optimizasyon teknikleri ile ilgilenen mühendisler tarafından yapılmıştır, dolayısıyla bu erken çalışmaların çoğu evrimsel optimizasyon araçlarıdır. Ve bu çalışmaların çoğu oldukça başarılı olmuştur. Fakat ne yazık ki, bazı fikirler o kadar iyidir ki kullanıla kullanıla zamanla geleneksel hale gelirler. Ve bazen gelenekler özgür düşünmeyi engellemektedir. Evrimsel tasarım alanında da bir süredir benzeri bir durum yaşanmaktadır. İnsanlar artık, evrimin, tasarımları optimize ettiği fikrine takılmış kalmışlardır ki bu evrimin yalnızca tasarımı optimize etmek amacıyla kullanılabileceği anlamını doğurmuştur. Eğer tasarım optimize edilmek isteniyorsa, o zaman mevcut bir tasarım parametrelendirilip, özet anlamlar çıkarılır ve sonuçta basitleştirilmiş bir tasarım problemi oluşturulmuş olur. Evrimsel tasarım, ‘güzel’ bir fikir olmaktan çıkmış -

araştırmacıları gerçek tasarım problemleriyle ya da mühendisliğin ilgi alanı içinde olmayan tasarım problemleriyle başetmekten - alıkoyan bir uğraş haline dnştrlmştir. Böyle bir yaklaşımla, evrimsel tasarım fikri, grafik tasarımı ya da mimari tasarım veya sanatta ve hatta robot tasarımında bile kullanılamaz. Dolayısıyla bu tasarım yaklaşımı aslında kimse tarafından kullanılamaz hale gelmiştir.

Doğaldır ki günümüzde evrimsel tasarım yaklaşımıyla ilgili bazı fikirler değişmiştir. Bu değişim ve gelişimi daha önceki bölümlerde tanımlanan örnek modeller kanıtlamaktadır. Mimarlar, sanatçılar ve yapay zeka-yaşam araştırmacılarının tümü bu ‘‘tasarım optimizasyonu’’ yasaını by-pass edebilmişler ve onun yerine kendi özgün yaklaşımlarını geliştirebilmişlerdir. Bugün sahip olunan tüm bu evrimsel fikirler bu yeni yaklaşımların sonucudur ve artık tasarımcıların yaratıcılıklarını arttırmaya yardımcı olacak başarılı yazılımlar ortaya çıkabilmiştir.

Fakat halen evrimsel tasarım araştırmacıları bazı gelenek ve kuralların kısıtlamalarından kurtulmak için çaba sarfetmektedirler. Tasarımcılardan konu ile ilgili olarak gelen destek güçlü olabilir ama bu yeni yaklaşımları destekleyecek belirli bir ‘‘kaynak’’ hala mevcut değildir. Evrimsel tasarım araştırmalarında hedefler, zaman kısıtlaması gözönünde bulundurulacak biçimde ‘‘gerçekçi’’ olarak ortaya konmalıdır. Zira çoğu zaman öngörülen hedef, pratikteki ürünle karşılaştırıldığında anlamını yitirmektedir. Dolayısıyla başarılar limitlendirilmelidir.

Tasarım pratiğinden kaynaklanan tüm bu riskler, evrimsel tasarım araştırmacıları için oldukça moral bozucudur, o nedenle konunun uygulanabilirliğini bir yana bırakıp hayal gücünü olabildiğince serbest bırakarak yaratıcı evrimsel bir tasarım modeli için bir yöntem nerisi getirmek faydalı olacaktır. Her tasarımcının hayal ettiği ölçüde yaratıcı ve tasarımcılar için kalem ya da kağıt kadar olmazsa olmaz bir tasarım sistemi olası mıdır? Böyle bir sistemi yapılandırmak için şu an gerekli olan bilimsel altyapı halen mevcut görünmemektedir, fakat araştırmacıları hayal etmekten alı koyan bir sebep de olamaz. Ve belki böyle bir sistemi oluşturmak için o kadar çaba sarfetmeye de gerek olmayabilir, belki bu hayal yalnızca birkaç adım ötededir.

Aşağıda böyle bir tasarım sistemini oluşturmak için izlenebilecek bir yöntem nerisi açıklanmıştır: (Bentley, 2002; Bentley ve O'Reilly, 2002).

1. “Yaratıcılığa ulaşmak” için bilgisayar teknolojisini kullanmanın önemli ya da anlamlı olacağı bir ‘araştırma alanı’ bulunmalıdır.

İstenilen mükemmel bir tasarım sistemi olabilir, fakat bu sistemi oluşturmadan önce, sistemin tam olarak hangi alanda ne yapacağına karar verilmesi gerekmektedir. Yaratıcı evrimsel tasarım sistemlerini standart bir fonksiyon optimizasyonu için kullanmanın küçük de olsa faydalı bir yanı vardır - *verimlilik*, yaratıcılık anlamında değil, ortaya konacak performans anlamında. Fakat bundan öte evrimsel tasarım için çok daha uygun olan araştırma alanları mevcuttur. Bu kesin olarak söylenebilir, çünkü bu tip uygulamalar için kullanılan evrimsel sistemler hakkında yapılan yakın dönemdeki araştırmalar sonucunda doğrudan birtakım deneyimler edinilebilmiştir. Bütün bu araştırmaların sonucu araştırmacılar “yaratıcı profesyoneller”in gereksinimleri hakkında deneyim kazanmışlardır. Mimarlık, grafik tasarımı, sanat ve müzik gibi yaratıcılık, hayal gücü gibi insana özgü yetenekleri gerektiren araştırma konuları, yaratıcı bir evrimsel tasarım sisteminin asistanlığına ihtiyaç duymaktadır.

2. Yaratıcı bir sistemi kullanmak için iyi bir sebep bulunmalı

Geleneksel bir bakış açısıyla her alanda “Eğer kırılmadıysa tamir etme” gibi genel bir eğilim sözkonusudur. Eğer böyle bir tasarım sistemine ihtiyaç şu an için yoksa bile, yine de yaratıcı bir evrimsel tasarım sisteminin oluşturulması için küçük bir sebep olabilir. Eğer günümüzde tasarımcılar; tutarlı, orijinal ve kaliteli tasarımları hızlı ve karşılığında neredeyse hiç birşey kazanamayacağını bile bile yapma şansına sahip iseler, o zaman böyle bir sistem gereksiz olabilir. Zira tasarımcılar için genellikle yapılacak çok miktarda iş ve karşılığında alınacak az miktarda maddi kazanç sözkonusudur. Tasarımcılar yorulup sıkılabilirler ve sonuçta da her zaman aynı kalite ve orjinalitede ürünler ortaya çıkmayabilir. Ve bazen bir tasarım problemi tasarımcının yalnız başına altından kalkamayacağı kadar komplike olabilir. Tasarım, bunaltıcı derecede karmaşık, olasılıklar çok sayıda, kararlar birbirinden bağımsız, faktörler non-linear olabilir. İşte böyle durumlarda evrimsel bir tasarım sistemine ihtiyaç duyulabilir. Eğer tasarımcı yoğun bir çalışma sonrası yorulduysa, sistem tasarımcıya tasarım hızını arttırmada yardımcı olabilir. Tasarımcı konu ile ilgili olarak ilham almamış ve ortaya istediği anlamda bir tasarım çıkaramamışsa, yine sistem tasarımcının hayal gücünü çalıştırmasına yardımcı olabilir. Eğer tasarımcı yüzlerce farklı ve çelişen kısıtlama ve gereksinim için en iyi uyumu sağlayacak

hesaplamayı yapamıyorsa, evrimsel tasarım sistemi bu hesapları yapıp ona çözümler önerebilir. Ve yaratıcı bir evrimsel tasarım sistemi bunların karşılığı için herhangi bir ücret gerektirmez.

3. Tasarım sürecinin; sistem kullanıcısı ile sistem arasında dengelenmiş kontrolü sağlanmalı

Sensörleri tasarımcının beynine bağlı iken o sistemin bilgisayar ekranındaki görünümü hayal edildiğinde ilginç bazı sonuçlar ortaya çıkabilir. Sensörler yaratıcı sisteme bağlı olduğundan, sistem iyi ve yerinde bir karar vermek için ne zaman duracağını bilir. Sistem ve tasarımcı, tatmin edici bir tasarım çözümüne ulaşmak için birlikte çalışabilirler. Böyle bir hayalde kontrol bir amaç değildir. Fakat günümüz gerçekliğinde ne yazık ki kontrol, bilgisayar destekli tasarımda birincil bir amaçtır. Yüzleşilmesi gereken gerçek tasarımcıların tasarım sürecindeki kontrolü elinde bulundurmaları istediğidir. Yani tasarımcılar kendilerinin yerine ve kendilerinden bağımsız olarak tasarım yapan araçlar istememektedirler.

Yaratıcı bir evrimsel tasarım sistemi böyle bir kontrol mekanizması ile nasıl bir uyum sağlayabilir? Bu sistem; otomatik bir sürüşü, yön veren tekerlekleri ve freni olan fakat tasarımcı tarafından sürülen bir araba modeli gibi tasarlanmalıdır. Tasarımcı sürmeye başlar ve evrimsel tasarım sistemi tasarımcının yön verdiği bir dizi komut ile çalışır. Sürücü arabayı durdurabilir ya da yönüne karar verebilir. Bir araba çalıştırılıp, sonra onun istenilen yöne doğru kendiliğinden hareket etmesi beklenemez. Yani kullanışlı bir tasarım sistemi yalnızca bir ‘anahtar hareketi’ olmamalıdır.

4. Tasarım süreci içinde yaratıcı bir evrimsel tasarım sistemi için bir niş bulunmalı; sonra sistemin, kendinden önce ve sonra gelen modülleriyle birlikte tasarım sürecinde işleyeceği girdileri kabul edip bunlardan çıktılarını üretmesi sağlanmalı.

Mükemmel bir yaratıcı tasarım sistemi “herşey”i yapmak zorunda değildir. Sistem tasarım süreci içinde bir dizi daha büyük adım içinde küçük ama güçlü bir adım olabilir. Dolayısıyla bu tasarım hattının kullandığı format içinde girdileri kabul edip çıktı üretmek zorundadır. Bunun en etkili ve güçlü yolu ise tasarımcının halihazırda aşına olduğu bir bilgisayar aracının kullanılmasıdır.

5. Sistem üretken ve yaratıcı hale getirilmeli.

Evrimsel araçlar; üretken, yaratıcı ve yeni tasarımlar oluşturma konusunda başarılıdırlar. Ayrıca doğal olarak bunlar çok iyi optimizasyon araçlarıdır. Dolayısıyla burada amaçlanan düzeyde mükemmel bir evrimsel tasarım sistemi oluşturulmak isteniyorsa; sistemin, tasarımcı talep ettiğinde tasarımın bazı bölümlerini optimize edebilme kapasitesine sahip olacak şekilde tasarlanması gerekmektedir. Fakat daha önce de belirtildiği gibi tasarımın yaratıcılık ve yenilik gerektiren birçok farklı çeşidi vardır. Pratikte optimizasyon konusunda daha çok deneyim sözkonusu olduğundan, yaratıcı bilgisayar destekli tasarım araştırmacılar için daha tanımsız bir alandır. Dolayısıyla buradaki evrimsel tasarım sisteminde bu konu üzerinde odaklanılması gerekmektedir.

Mükemmel bir evrimsel tasarım sistemi, tamamıyla tasarımcının kontrolü altında olmalıdır. Sistemin kullanımı o kadar doğal olmalıdır ki tasarımcı kullandığının farkına bile varmasın. Sistem tasarımcının yaratıcı ürününü gözlemlemeli ve onun eksik kaldığı noktalarda tamamlayıcı olmalıdır: Örneğin tasarımcının yavaş ve verimsiz olduğu günlerde ona birtakım yeni fikirler sağlamalı; performansının iyi olduğu zamanlarda ise tasarımcının tasarımı oluşturmalarını hızlandırmalıdır. Bu kapasiteleri içermesi için sistemin üretken olması şarttır: varolan fikirler üzerine tasarımı kurabilmek, hatta tesadüfi olarak tamamıyla yeni ve yaratıcı fikirler üretebilmek gibi. Tasarımcının ilham alması için yeni fikirler öne sürebilmeli ya da onun farketmediği mevcut alternatifleri görmesini sağlamalıdır.

Yaratıcı evrimsel tasarımın bu yönü neyse ki birçok mevcut sistemde öne sürülmüş ve oluşturulmaya çalışılmıştır. Bu yaklaşıma sahip araçlar, geleneksel optimizasyon yaklaşımlarına oranla çok daha geniş bir tasarım uzamını keşfetme imkanına sahiptirler. Bu sistemlerin görünür olmayan içsel temsilleri, birçok kısıtlamanın üstesinden gelmiş, yeni bir tasarım problemi için çok yüksek oranda tasarım çözümü tanımlayabilmiştir. Bu sistemler varolan bir çözümü alıp, onun bazı parçalarını parametrelendirip daha sonra bu parametreleri optimize etmezler. Bundan ziyade çoğunlukla; tasarıma bileşenler dışında (bunlar 3-boyutlu biçimler, Genetik Programlama fonksiyonları ya da elektronik bileşenler olabilir) neredeyse başka hiçbir şey kullanmadan başlarlar ve bileşenleri organize ederek bir çözüm üretirler. Bu tip bileşen temelli temsilleri kullanarak bu sistemler; varolan çözümleri optimize

etmektense çözüm üretmenin yeni yolları için geniş bir araştırma uzamını keşfederler (Bentley & Corne, 2001). Yeni sanat, mimarlık, tasarım ve hatta müzik bu temsiller kullanılarak geliştirilmiştir.

6. Sistem anlaşılabilir kılınmalı

Mükemmel bir yaratıcı tasarım sistemi, kullanıcılarına; evrimsel detaylar tarafından engellenmeyen ve kullanıcıların sistemin çalışma prensibini anlamalarını sağlayacak kadar kusursuz bir üretken ve yaratıcı süreç metaforu sağlamalıdır. Eğer kullanıcılardan genetik temsilleri, evrimleşmenin anlamını ve ‘crossover’, mutasyon, genotip-fenotip dönüşümü gibi zor yapısal detayları anlamaları beklenirse; tasarımcıların yaptıkları iş tasarım yapmaktan çok, bilgisayar destekli evrim ile ilgili olur. Sistem, tasarımcıları en iyi yaptıkları işten- tasarımdan alı koymamalıdır. Tasarımcıları bilgisayar biliminin detaylarına yönlendirmemek gerekmektedir.

Neyse ki evrim, bir “kara-kutu” tekniği ile sürdürülebilmektedir. Genetik temsiller, uygunluk fonksiyonları ve ilgili tüm mekanizmaların görünür olması gerekmemektedir. Pratikte de genetik evrim ile ilgili yeterli bilgiye sahip olmamak hiçbir şey bilmekten daha zararlı sonuçlara yol açabilmektedir. Bunun yerine tasarımcıların zaten bildikleri tasarım işiyle uğraşmaları sağlanmalıdır.

7. Çözümlerin kalitesini yorumlamak için basit ama etkili bir yöntem oluşturulmalı

Bazı görüşlere göre optimizasyon, yaratıcı evrime göre çok daha kolaydır. Uygunluk fonksiyonları bu görüşün doğrulandığı konulardan biridir. Her ne kadar, hesaplama, programlama ya da evrim yazılımını oluşturma çok zor olsa da, hiç değilse “uygunlukların belirlenmesi”nin açıkça tanımlanmış bir metodu vardır. Yaratıcı tasarımlar için, “bütünsel” bir uygunluk anlayışını kullanmak oldukça güç olabilir. Örneğin mimarlıkta, iyi bir tasarım; estetik, planlama kuralları vb. kriterler üzerinden yorumlandığı için kötü bir tasarıma oranla daha pahalı ve pratikte tasarlanması güç niteliktedir. Çoğunlukla yorum kriteri; tasarımcıların yıllar süren eğitimleri ve deneyimleri süresince öğrendikleri ve hiçbir zaman yazılı kurallar şeklinde sıralanamayan milyonlarca farklı objektif ve kısıtlama içerir.

Bilginin elde edilmesi, yani dışsal bilginin uzmanlardan alınıp bilgisayar sistemine entegre edilmesi geleneksel bir yöntemdir. “Fuzzy logic” kuralları tasarıma dair

belirli objektif ve kısıtlamaları “ingilizce-benzeri” cümleler halinde temsil etme kabiliyetine sahiptir ve bu cümleler uygunluk fonksiyonları için de kısmen başarıyla kullanılmıştır. (Soddu, 1995; Parmoe, 1999).

“İyi” tasarımlar için en iyi bilgi kaynakları yine “iyi” tasarımlardır. Varolan tasarımlar, yaratıcı bir evrimsel tasarım sisteminin de karşılaşacağı tüm benzer karmaşıklıkta kısıtlamaları karşılamak için tasarımcılar tarafından yaratılmışlardır. Dolayısıyla ‘nasıl bir tasarım iyi bir tasarımdır?’ sorusunun bilgisi her mevcut iyi tasarımın içinde saklıdır. Bu bilginin kullanılabilir hale getirilmesinin birkaç yolu olabilir: Oluşturulan ilk popülasyon bu “iyi” tasarımlarla beslenebilir ki böylece evrimsel tasarım sistemi bunları harmanlayıp “iyi” fikirleri eşleştirebilir (Rosenmann). Bir grup tasarım içinde belli stilleri öğrenmek için evrimsel bir algoritma oluşturulabilir ve evrimsel tasarım sistemine tasarımları bu stiller anlamında tanımlamak için bir temsil sistemi sağlanabilir (Gero & Kazakov, 1996). Ya da varolan bazı tasarımlar hedef olarak kullanılıp, evrimleşen yeni tasarımların bu hedeflere hangi oranlarda yaklaştığı değerlendirilebilir. Bu yaklaşım sadece mevcut tasarımlarla sınırlı değildir, eğer yaratıcı evrimsel tasarım sistemi herhangi bir zamanda “iyi” bir tasarım ürettiyse, bu Steven Rooke’un terimiyle “digital amber” içinde depolanıp ilerde kullanılmaya hazır halde tutulabilir, ki bu evrimsel sanat sistemlerinde oldukça geçerli bir tekniktir (Bentley & Corne, 2001).

Son olarak, birçok evrimsel paradigmadan farklı olarak, yaratıcı bir evrimsel tasarım sistemi genellikle evrimi yönlendirmek için kullanıcı etkileşimine ihtiyaç duymaktadır.

8. Sistemi kullanmaya hazır tasarımcılar bulunmalı

Yaratıcı evrimsel tasarım sisteminin geliştirilmesinde rol alan tasarımcılar dahi, sistem tamamlandığı zaman onu kullanmak için istekli olmayabilirler. Bu konudaki deneyimlere dayanarak söylenebilir ki; tasarımcılar (yaptıkları işe kendilerinden çok şey kattığını düşünen herkes gibi) yeni teknolojileri, ki bu teknikler onların yerini almaktan ziyade onları asiste etmeyi amaçlasalar dahi, oldukça isteksiz ve yavaş bir şekilde benimsemektedirler. Bu tip araştırma projelerinin belki de en moral bozucu yanlarından biri de insanların kullanımı için geliştirilen mükemmel bir sistemin belki de onlar tarafından hiç kullanılmayacağı olasılığıdır. Böyle bir tasarım sistemini

kullanacak tasarımcıları bulmak için aramaktan öte onları eğitmek gerekmektedir. Tasarımcılar sistemi bir kez kullanıp avantajlarını gördüklerinde teknofobileri yok olabilir.

9. Araştırma ve geliştirme için mali kaynak bulunmalı

Bu tip bir araştırma projesi için kaynak bulmak günümüz teknoloji ve finans ortamında dahi halen oldukça güç bir iştir. Çünkü yaratıcı bir evrimsel tasarım sistemi halen çok yenidir ve henüz bu sistemlerin çok az bir kısmı oluşturulabilmiştir ve ondan daha da az bir kısmı tasarımcılar tarafından halihazırda kullanılabilir bir durumdadır.

Bilgisayar destekli tasarım araştırmacılarının, yaratıcı bir evrimsel tasarım modeli oluşturması, kuşkusuz yukarıda belirtilen yaklaşımların pratikte uygulanmasının oldukça güç olmasından dolayı henüz gerçekleşmiş değildir. Fakat bilgisayar teknolojisi ve buna bağlı olarak bilgisayar destekli tasarıma getirilen gerek alan gerekse de alan dışı yaklaşımlardaki gelişmeler gelecekte oluşturulacak evrimsel tasarım sistemleri için destekleyici birer güç olacaktır.

6. SONUÇLAR

Bu çalışmasının amacı daha önce de belirtildiği gibi günümüze değin oluşturulmuş olan bilgisayar destekli tasarım modellerinin bilgisayar ortamında yaratıcı tasarım üretme potansiyellerini araştırmak ve bu doğrultuda sözkonusu modellerin, geliştirilebilecek gelecekteki tasarım yaklaşımlarına bir temel sağlayabilme anlamında ne gibi olasılıklar sunduklarını belirleyebilmektir. Bu amaçla bilgisayar destekli tasarım araştırmalarının başlangıç döneminden itibaren aşama aşama ortaya konan çeşitli tasarım modelleri ayrıntılı bir değerlendirmeye tabi tutulmuştur.

Bilgisayar ortamında herhangi bir tasarım modeli oluşturabilmek, bu model kapsamında, tasarım sürecini modellemeyi de gerektirmektedir. Bilgisayar destekli tasarım çalışmaları, hem tasarım sürecinin ve hem de yaratıcılığın modellenemeyeceğini savunan geleneksel yaklaşımlara rağmen sürdürülmektedir. Fakat bu çalışmaların genel amacı aslında insan tasarım süreçlerini birebir simule ederek bu süreçlerde ortaya çıkan yaratıcı sonuçlara eşdeğer ürünlere ulaşmak değildir. İnsanın tasarım sürecinin kendi içsel kısıtlamaları sebebiyle halen tam olarak anlaşılammış olmasının ve bu konuda subjektif olmaktan öte genel kabul görmüş bir süreç tanımı yapılamadığının bilincinde olarak oluşturulmaya çalışılan bilgisayar destekli tasarım yaklaşımı özetle, bilgisayar teknolojisinin tasarım alanına getirebileceği olumlu etkileri, insanın sahip olduğu kimi kısıtlamaların üstesinden gelebilmek amacıyla kullanmaktır. Bu hedef doğrultusunda birtakım olağan ya da özgün tasarım yöntemleri geliştirilmiş ve tasarım araştırmalarına herbiri kendi ölçeğinde katkılar sağlayabilmiştir.

Yaratıcı tasarım, bilgisayar destekli tasarım araştırmalarında öncelikle bilgisayarı bir çizim ya da analiz paketi olmaktan çıkarıp tasarımcının geniş tasarım olasılıklarını keşfetmesine yardımcı olacak ortamlar sağlayabilmek olarak ele alınmıştır. Bu yaklaşımla oluşturulan bilgi-tabanlı tasarım sistemleri, tasarım bilgisini temsil etme, biriktirme ve gerektiğinde tasarım ortamına çağırabilme kapasiteleriyle bilgisayar destekli tasarımda önemli bir yer edinmiştir. Erken dönemde oluşturulmuş olan bu

yaklaşım, yaratıcı olmaktan uzak otomatik tasarım araçları geliştirebilmiştir. Fakat ilerleyen dönemde durum-tabanlı çıkarsama mekanizmaları ve nesne-yönelimli araştırma yöntemleri gibi yeni yaklaşımların bilgi-tabanlı tasarım sistemleriyle bütünleştirilmesi yaratıcı tasarım için yeni fırsatların ortaya çıkabilmesini sağlamıştır. Yaratıcı bir tasarım süreci için bilgisayarların belli bir çıkarsama ve yorumlama mekanizması ile desteklenmesi önemli bir adımdır. Zira mimari tasarımda sözkonusu olan karmaşık problemler için içerdikleri birtakım kısıtlamalar dahilinde oluşturulan geniş çözüm uzamını belli bir filtre mekanizmasıyla daraltmak şarttır.

Bilgi-tabanlı tasarım sistemleri, yapay zeka teknolojisinin gelişimi ile birlikte daha farklı bir tasarım yöntemine belli bileşenleriyle adapte edilmiş ve günümüzde tasarım alanında en umut verici bilgisayar desteği olarak görülebilecek olan evrimsel tasarım sistemleri ortaya çıkmıştır. Yapay evrim yaklaşımı, doğadaki biyolojik evrim sürecini bilgisayar ortamında tanımlamayı amaçlamaktadır. Genetik temsil yaklaşımının güçlü potansiyelini kullanarak evrim yöntemlerini geliştiren sistemler, ‘crossover’ ve mutasyon gibi sürpriz sonuçlar üretebilecek genetik işlemler kullanmaktadır. Nitekim bilgisayar ortamında güncel yaratıcı tasarım yaklaşımının, beklenmeyen ve olası çözümlerden farklı ürünleri yaratmak olarak değerlendirilmesi sözkonusudur. Bunun yanı sıra, insanın tasarım sürecinde biliçli ya da bilinçsiz olarak kullandığı analogi vb. gibi kavramsal araçları yaratıcı tasarıma ulaşmak anlamında kullanarak sürpriz tasarımlar üretilebileceği olasılığı da oluşturulmuş olan kimi evrimsel tasarım modellerinin önemli bir özelliği olarak değerlendirilebilir.

Yaratıcılık insanın sahip olduğu en önemli yeteneklerden biridir. Günümüz dünyasının şekillenmesinde insan tarafından ortaya konan yaratıcı fikirlerin payı oldukça önemlidir. Yaratıcı tasarım ise, genel olarak değerlendirilmesi imkansız, subjektif bir araştırma konusudur. Bu bağlamda bilgisayar ortamında oluşturulmuş tasarım ya da tasarım süreçlerinin yaratıcı olup olmadığını değerlendirmek için dayanılabilecek somut herhangi bir kriter de yoktur. Dolayısıyla bu tez kapsamında bilgisayar destekli tasarım modellerinin kesin bir yaratıcılık tanımı bağlamında değerlendirilmediği ifade edilmelidir. Bilgisayar destekli tasarımda yaratıcılık, ulaşılması çok güç bir hedef olarak değerlendirilmekle beraber yaratıcı tasarıma

ulaşma çabaları bu hedef doğrultusunda daha çok, yeni fikir ve yöntemlerin tasarım ortamına davet edilmesindeki başarı anlamında yorumlanabilir.

KAYNAKLAR

Akın, Ö., Cumming, M., Donia, M., Sen, R. ve Zhang, Y., Computational Building Requirements Specification.

<http://www.andrew.cmu.edu/user/oa04/Papers/BadSEED.pdf>

Akın, Ö., Dave, B. ve Pithavadian, S. 1992. Heuristic generation of layouts (HeGel): based on a paradigm for problem structuring, *Environment and Planning B*, **19**, 33-59.

Archea, J., 1987. Puzzle-making: What Architects Do When No One is Looking, *Computability of Design* (Kalay, ed.), Wiley Interscience, New York, NY.

Balachandran, M. ve Gero, J.S. 1987. Dimensioning of architectural floor plans under conflicting objectives, *Environment and Planning B*, **14**, 29-37.

Bentley, J.Peter., 2002. Evolutionary Design by Computers.

<http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/P.Bentley/evdes.html>

Bentley, J.Peter ve O'Reilly, Una-May. 2002. Ten Steps to Make a Perfect Creative Evolutionary Design System

<http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/P.Bentley/PetersPapers.html>

<http://www.ai.mit.edu/people/unamay/papers>

Bentley, P. J. ve Corne, D. W. (Contributing Eds.).2001. *Creative Evolutionary Systems*. Morgan Kaufmann Publishers Inc., San Francisco, CA.

<http://www.cs.ucl.ac.uk/staff/P.Bentley/wc3paper.html> - 62k

Bijl, A., 1986. Logic modeling in computer aided design. *Environment and Planning B: Planning and Design*, Volume **13**, 233-241.

Carbonell, J.G. ve Schmid U., 2003. Empirical Evidence for Derivational Analogy.

<http://bieson.ub.uni-bielefeld.de/volltexte/2003/388/html/schmidcarbonell.pdf>

Carrara, G., Kalay, Y.E., ve Novembri, G., 1998. Knowledge-Based Computational Support for Architectural Design

www.arch.ced.berkeley.edu/people/faculty/kalay/publications/PDF_files/KAAD.pdf

Coyne, R., 1985. Knowledge based planning systems and design: a review. *Architectural Science Review*, No. 4, December. 95-103.

Coyne, R. ve Subrahmanian E., 1993. Computer Aided Creative Design, in Gero J. S. & Maher M. L. (ed.), *Modeling Creativity and Knowledge-Based Creative Design*, 295-329.

Damski, J. ve Gero, J. S., 1997. A Symbolic Model for Graphical Emergence.

<http://www.arch.usyd.edu.au/~john/publications/1997/ger-dam-symbolic-epb.pdf>

Darke, J., 1979. The primary generator and the design process, *Design Studies*, 1(1):36-44.

Elezkurtaj, T. ve Georg F., 2000. Algorithmic Support of Creative Architectural Design

<http://www.iemar.tuwien.ac.at/publications/Umbau1.pdf>

Elezkurtaj, T. ve Georg F., 1999. Genetic algorithms in support of creative architectural design.

www.iemar.tuwien.ac.at/publications/Umbau1.pdf

Flemming, U., 1996. Building and Databases: the SEED Experience

www.uni-weimar.de/~ikm/PROC97/DOCS/102/102IKM97.PDF

Fong, L. B. L. 2004. Implications of a Systems Perspective for the Study of Creativity.

<http://courses.nus.edu.sg/course/socsja/Organizations/org04a/CsikszentmihalyiSum.html>

Franck, D. ve Georg F., 2001. *Quality-On the Poetics of Architecture*

http://www.iemar.tuwien.ac.at/modul23/text_pdf/Franck_2001d_arch_e.pdf

Frazer, J., 1995. *An Evolutionary Architecture.*

<http://www.ellipsis.com/evolutionary/evolutionary.html>

Gabora, L.1997. *The origin and evolution of culture and creativity.*

http://jom-emit.cfpm.org/1997/vol1/gabora_1.html

Galle, P.,1986. *Abstraction as a tool of automated floor-plan design, Environment and Planning B: Planning and Design*, 13:21-46.

Gartland, J. A., *Perspectives on Creativity and A.I.*

<http://www.cogs.susx.ac.uk/users/agj21/CreativeAISystems/lectures/PerspectivesOnCreativityAndAI.pdf>

Gero, J. S., Radford, A. D., Coyne, R., Akner, V. T., 1985. *Knowledge based computer aided architectural design, Knowledge Engineering in Computer Aided Design*, Ed. J S Gero,57-88

Gero, J. S. ve Kazakov, V.,1995. *Evolving building blocks for design using genetic engineering: a formal approach.*

<http://www.arch.usyd.edu.au/~john/publications/1996/ger-kaz-evolving-ifip95.pdf>

Gero, J. S. ve Maher, M. L. (eds), 1993. *Modeling Creativity and Knowledge-Based Creative Design*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ.

Gero, J. S.,1996. *Creativity, emergence and evolution in design: concepts and framework, Knowledge-Based Systems* 9(7): 435-448.

<http://www.arch.usyd.edu.au/~john/publications/1996/96GeroCreativity.pdf>

- Gero, J.S.**,1977. Note on "Synthesis and optimization of small rectangular floor plans" of Mitchell, Steadman, and Liggett, *Environment and Planning B* **4**:81-88.
- Gero, J. S. ve Maher, M. L.**,1992. Mutation and analogy to support creativity in computer-aided design, *in* G. N. Schmitt (ed.), *CAAD Futures '91*, Vieweg, Wiesbaden, pp.261-270.
<http://www.arch.usyd.edu.au/~john/publications/1992.html>
- Gero, J. S.**,1990. Design prototypes: a knowledge representation schema for design, *AI Magazine* **11**(4): 26-36.
<http://www.arch.usyd.edu.au/~john/publications/ger-prototypes/ger-aimag.html>
- Gero, J. S. ve Kumar, B.**,1993. Expanding design spaces through new design variables, *Design Studies*, **14**(2):210-221.
- Gero, J. S. ve Sosa, R.**, 2002. Creative Design Situations; Artificial creativity in communities of design agents.
<http://www.arch.usyd.edu.au/~john/publications/2002/02SosaGeroCAADRIA.pdf>
- Gero, J. S. ve Yan, M.**,1994. Shape emergence using symbolic reasoning, *Environment and Planning B: Planning and Design* **21**: 191-212
- Goldenberg, J., Libai, B., Solomon, S., Jan, N. and D. Stauffer**, 2000. Marketing percolation, *Physica A*.
http://arxiv.org/PS_cache/cond-mat/pdf/0005/0005426.pdf
- Gross, M. ve Do, E.**, 1995. Drawing Analogies - Supporting Creative Architectural Design with Visual References.
<http://depts.washington.edu/dmgftp/publications/pdfs/hi95-mdg.pdf>
- Gross, M. D., ve Fleisher, A.**,1984. Design as the exploration of the constraints, *Design Studies*, **5**(3):137-138.

- Gross M., Ervin, S., Anderson, J., ve Fleisher, A.,** 1987. Designing with Constraints. *Computability of Design* (Kalay, ed.), Wiley Interscience, New York.
- Haapasalo, H.,** 2000. Creative computer aided architectural design-an internal approach to the design process Department of Industrial Engineering, University of Oulu, Finland.
- <http://herkules oulu.fi/isbn9514257545/isbn9514257545.pdf>
- Heath, T.,** 1993. Social aspects of creativity and their impact on creativity modelling, in Gero J. S. & Maher M. L. (ed.), *Modeling Creativity and Knowledge-Based Creative Design*, 295-329.
- Hybs, I. ve Gero, J. S.,**1992. An evolutionary process model of design, *Design Studies* **13**(3): 273-290.
- Jo, J.H. ve Gero, J.S.,**1994. A genetic search approach to space layout planning, *Architectural Science Review*, **38**:37-46.
- Jo, J.H. ve Gero, J.S.,** 1997. Space Layout Planning using an Evolutionary Approach
- http://www.arch.usyd.edu.au/~john/publications/1995/95_Jo_Gero_space.pdf
- Jun, H. J. ve Gero, J. S.,** 1997. Representation, Re-representation and Emergence in Collaborative Computer-Aided Design.
- <http://www.arch.usyd.edu.au/~john/publications/1997/97JunGeroIFIP97.pdf>
- Kahvecioğlu, N. P.,** 2001. Mimari Tasarım Eğitiminde Bilgi ve Yaratıcılık Etkileşimi. *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kalay, Y. E., Carrara, G. ve Novembri, G.,** Knowledge-Based Computational Support for Architectural Design.
- http://arch.ced.berkeley.edu/people/faculty/kalay/publications/PDF_files/KAAD.pdf
- Koning, H. ve Eizenberg, J.,**1981. The language of the prairie: Frank Lloyd Wright's prairie houses, *Environment and Planning B*, **8**, 295-323.

Kohonen, T.,1995. *Self-Organizing Maps*, Springer–Verlag, Berlin.

<http://davis.wpi.edu/~matt/courses/soms/>

Lansdown, J., ve Roast,C., 1987.The possibilities and problems of knowledge based systems for design. *Environment and Planning B: Planning and Design*, Vol. 14, 255-266.

Liggett, R.S., 1980. The quadratic assignment problem: an analysis of applications and solution strategies, *Environment and Planning B*, **7**, 141-162.

Liggett, R.S. ve Mitchell, W.J.,1981. Optimal space planning in practice, *Computer-Aided Design*,**13**(5), 277-288.

Liu, Y.T., 1994. Encoding explicit and implicit emergent subshapes based on empirical findings about human vision, in J. S Gero and F. Sudweeks (eds), *Artificial Intelligence in Design'94*, Kluwer, Dordrecht, 401-418.

Liu, Y.T., 2000. Creativity or Novelty. *Design Studies*. Vol:21 İ:3 May.

<http://www.clab.edc.uoc.gr/hy302/papers%5Ccreativity%20and%20novelty.pdf>

Logan B., ve Smithers, T., 1989. The Role of Prototypes in Creative Design, DAI Research Paper, No: 453.

Mitchell, W.J., 1987. Reasoning about Form and Function, in *Computability of Design* (Kalay, ed.), Wiley Interscience, New York .

Mitchell, W.J., Steadman, J.P. ve Liggett, R.S.,1976. Synthesis and optimization of small rectangular floor plans, *Environment and Planning B*, **3**, 37-70.

O'Reilly, Una-May, 2003. Index of /people/unamay/papers

<http://www.ai.mit.edu/people/unamay/papers>

Reffat,R. M., 1994. Towards An Interactive Intelligent Knowledge Based System For Building Design.

http://www.arch.usyd.edu.au/~rabec/publications_files/94ReffatUK.pdf

Reffat, R. M., ve Aref, M. M., 1994. A knowledge based system for comfort analysis of internal environment of hotels, *accepted to be presented in the conference of creating environments and tourism*, Las Vegas, Nevada, USA.

http://www.arch.usyd.edu.au/~rabee/publications_files/94ReffatArefUSA.pdf

Rosenman, M. An exploration into evolutionary models for non-routine design.

<http://www.arch.usyd.edu.au/~mike/mikepaperWD5.pdf>

Rosenman, M. ve Gero, J. S.,1999. Evolving Designs by Generating Useful Complex Gene Structures.

<http://www.arch.usyd.edu.au/~john/publications/1999/99Rosen1.pdf>

Rowe, P. G.,1987. *Design Thinking*, MIT, Cambridge.

<http://www.arch.usyd.edu.au/~rob/study/DesignThinking.html>

Saunders, R. ve Gero, J. S., 2001a. Designing for Interest and Novelty: Motivating Design Agents, *in Proceedings of CAAD Futures 2001*, Eindhoven.

<http://www.arch.usyd.edu.au/~rob/study/publications/thesis/thesis/appendixA.pdf>

Saunders, R. ve Gero, J. S., 2001b. A Curious Design Agent: A Computational Model of Novelty-Seeking Behaviour in Design, *in Proceedings of the Sixth Conference on Computer Aided Architectural Design Research in Asia (CAADRIA 2001)*, The University of Sydney, Australia.

<http://www.cogs.susx.ac.uk/users/agj21/CreativeAISystems/lectures/RobSaunders.pdf>

Saunders, R. ve Gero, J. S., 2001c. The Digital Clockwork Muse: A Computational Model of Aesthetic Evolution, *in G Wiggins (ed.), Proceedings of the AISB'01 Symposium on AI and Creativity in Arts and Science*, SSAISB, York, UK.

<http://www.arch.usyd.edu.au/~rob/study/slides/aisb2001/ - 61k>

Saunders, R. ve Gero, J. S., 2002. Artificial creativity: A synthetic approach to the study of creative behaviour, *Fifth International Roundtable Conference on Computational and Cognitive Models of Creative Design*, Heron Island.

<http://www.arch.usyd.edu.au/~rob/study/publications/ccmcd01/SaundersGero2001CCMCD.pdf>

Sims, K.,1991. Artificial evolution for computer graphics. *Computer Graphics*, **25**(4), 319-328.

<http://www.genarts.com/karl/papers/siggraph91.html>.

Soddu, C. Ve Colabella, E., 2001, ARGENIA *Generative Art & Science*

<http://www.soddu.it/>

Swerdloff, L.C. ve Kalay, Y.E., 1987. A Partnership Approach to Computer-Aided Design. *Computability of Design*, (Kalay, ed.), Wiley Interscience, New York.

Tuomaala, J., 1999. Creative Engineering Design. *Acta Universitatis Ouluensis C128*: 170.

<http://herkules oulu.fi/isbn951425130X/isbn951425130X.pdf>

Van Dijk, C.G.C., 1995. New Insights in Computer-aided Conceptual Design. *Design Studies* 16(1): 62-80.

Woodbury, R. F.,1989. Design genes, *Preprints Modeling Creativity and Knowledge-Based Creative Design*, Design Computing Unit, Department of Architectural and Design Science, University of Sydney, Sydney, 133-154. (appeared as A genetic approach to creative design in J. S. Gero and M. L. Maher (eds) *Modeling Creativity and Knowledge-Based Creative Design*, Lawrence Erlbaum, Hillsdale, NJ, 211–232.)

Yoon, K.B. ve Coyne, R.D.,1992. Reasoning about spatial constraints, *Environment and Planning B*, **19**,243-266.

ÖZGEÇMİŞ

1979 yılında Kayseri’de doğan KUZGUN, Kayseri Nuh Mehmet Baldöktü Anadolu Lisesi’nden 1997 yılında mezun olmuştur. 1997 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümü’nde başladığı lisans öğrenimini 2001 yılında tamamlayan KUZGUN, halen aynı yıl başladığı İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bilgisayar Ortamı’nda Mimari Tasarım Programı’ndaki yüksek lisans eğitimini sürdürmektedir. “Bilgisayar Destekli Mimari Tasarım ve Yaratıcılık” konulu yüksek lisans tezini hazırlamakta olan KUZGUN, çok iyi derecede İngilizce bilgisine sahiptir.