

**MODERNİST SOYUT HEYKELDEN
HAREKETLE JENERATİF SANAT
YÖNTEMLERİNİN SANATTA RETORİK
ARAÇSALLIĞININ GÜSTERİLMESİ**

Sanatta Yeterlik Tezi

Kutlu Alican DÖZEL

Eskişehir, 2021

**MODERNİST SOYUT HEYKELDEN HAREKETLE JENERATİF SANAT
YETİNTİMLERİNİN SANAT İÇİ RETORİKİNDEKİ KARACALLIĞININ
GÖSTERİLMESİ**

Kutlu Alican DÖNMEZ

SANATTA YETERLİK TEZİ

Heykel Anasanat Dalı

Danışman: Prof. Rahmi ATALAY

Eskişehir

Anadolu Üniversitesi Güzel

Sanatlar Enstitüsü

Ocak 2021

Y ZET

MODERNİST SOYUT HEYKELDEN HAREKETLE JENERATİF SANAT Y NTEMLERİNİN SANAT İ RETİMİNDEKİ KARAR SALLIĞ ININ G YSTERİLMESİ

Kutlu Alican D' ZEL

Heykel Anasanat Dalē

Anadolu İ niversitesi, Gēzel Sanatlar Enstitēsi, Ocak 2021

Danēkman: Prof. Rahmi Atalay

Bu -alēmada sanat eserinin kurallarla tanēnlanmasē ve ğ retilmesi durumuna ikaret eden jeneratif sanat kavramē ile modernist soyut heykel sanatēn temelleri arasēndaki ilikki incelenmiiktir. Bu baĝ lamda, soyut sanat eserlerinin sayēsal ve kurallē olarak tanēnlanabilmesi ve bilgisayarlarēn kurallē sistemler ile sanat ğ retebilme olanaĝ ē araktēdmēktē. Tarihsel sĝ re-te Őjeneratif Sanatō adē altēnda bir sanat alanē olarak ikaret edilen jeneratif olma ° zelliĝ inin, geleneksel sanat ğ retimlerinde dahi ° zsel bir sĝ re- olduĝ unu, dolayēēyla bu tērden bir ° zelliĝ in ayrē bir sanat alanē olarak ikaret edilemeyeceĝ inin g° sterilmesi hedeflenmiiktir. Bu temelden hareketle de, Jeneratif Sanat adē altēnda belirtilen dijital jeneratif ğ retim y° ntemlerinin sanat ğ retiminde ancak ve ancak ğ retim sĝ recine a-ēklēk saĝ layabilecek, ğ retimi hēzlandērabilecek ve sanat-ēnēn stilsel ilerleyikini destekleyebilecek birer ara- olarak ele alēnabileceĝ i g° rēlmēktē.

Anahtar S°zcēkler: Modernist heykel, Enformatik estetik, Prosedērel, Jeneratif,
Sanat İ retimi

ABSTRACT

DISPLAYING THE INSTRUMENTALITY OF GENERATIVE ART METHODS IN ART PRODUCTION BASED ON MODERNIST ABSTRACT SCULPTURE

Kutlu Alican D¹ ZEL

Graduate School of Fine Arts

Department of Sculpture, January 2021

Advisor: Prof. Rahmi Atalay

In this study, the relationship between the concept of generative art, which points to the definition and production of the work of art, and the foundations of modernist abstract sculpture has been examined. In this context, the ability to define abstract works of art numerically, and with rules and the possibility of computers to produce art using rule-based systems was investigated. It is aimed to show that the feature of *being generative*, though having been referred to as "*Generative Art*" in the historical process, is an essential process even in traditional art production, therefore such a feature cannot be pointed out as a separate art field. On this basis, it has been seen that the *digital generative production methods*, referred to as *Generative Art*, can only be considered as a tool that can provide clarity to the production process, accelerate the production and support the stylistic progress of the artist.

Keywords: Modernist sculpture, Information Aesthetics, Procedural, Generative,
Art Production

TEKKEKLER

Bu tez -alınmasē sērecindeki tēim desteklerinden ° tērē danēmanēm Prof. Rahmi Atalayâ,

Dr. Rul Gunzenhauserân “*Informationstheorie und Ästhetik: Aspekte einer kybernetischen Theorie ästhetischer Prozesse*” adlē makalesini paylakarak, ñenformatik estetikò araktēma alanē ile tanēmamē saē layan Dr. A. Refik Alganâ,

Yazān sērecindeki teknik desteklerinden ° tērē Elif Kēē doē an, Ergin Soyal ve K. Kenan Bēkeōye,

Tekēkkērlerimi sunarēm.

Tarih :05/01/2021

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim.

Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçlara razı olduğumu bildiririm.

Kutlu Alican DÜZEL

KİTAP İNDEKİLER

Sayfa

BAĞLIK SAYFASI	i
JURİ RÖKVE ENSTİTÜSÜ ONAY SAYFASI	ii
YÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
TEŞEKKÜR	v
ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vi
KİTAP İNDEKİLER	vii
TABLolar DİZİNİ.....	ix
GÖRSELLER DİZİNİ.....	x
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM

1. MODERNİST SOYUT HEYKELİN BİR KİMLİK YENİNDEN İNCELENMESİ.....	5
1.1. Modernist Soyut Heykel Yapısalın Genel Olarak İncelenmesi.....	5
1.2. Temel Sanat Türleri ve Türlerinin İncelenmesi.....	10
1.3. Görsel Algının Fizyolojik Temellerinin İncelenmesi.....	27

İKİNCİ BÖLÜM

2. SANAT ESERİNİN SAYISAL Çözümü, ZERKNE BİR İNCELEME	31
2.1. Enformatik Estetiğin Temellerinin İncelenmesi.....	31
2.2. Karmaşıklık Kuramlarının İncelenmesi	40
2.3. Sanat Eserlerinin Sayısal Çözümlemesi Türleri	51
2.3.1. Jackson Pollock'ın soyut davranımcu resimlerinin fraktal matematik yoluyla - Çözümlemesi.....	51
2.3.2. Resimlerin kontrast ve renk değerlerinin kitle merkezi formülü ile - Çözümlemesi.....	54

2.3.3. Cisimlerin bi-imlerinin sayısal olarak -° zımlenmesi.....	56
2.3.4. Khan Koman heykellerinin şekilsel gramerlere dayalı -° zımlenmesi.....	61
İ Ç İ NC İ B İ L İ M	
3. SANAT ESERLERİNİN JENERATİF YÖNTEMLERLE İ RETİMİNE YÖNELİK BİR Ç İ Z İ MLEME	67
3.1. Gelenekselden Dijitale Jeneratif Sanatın Ç alına Prensipleri İ zerine Bir Ç ° zımlenmesi.....	67
3.2. Algoritmaların Sanat-ē Tarafından Belirlendiği Dijital Jeneratif Sanat Sistemlerinin İncelenmesi: Gramer Temellilik	83
3.3. Algoritmaların Bilgisayar Tarafından Belirlendiği Dijital Jeneratif Sanat Sistemlerinin İncelenmesi: Biyoloji Temellilik.....	101
D İ R D İ NC İ B İ L İ M	
4. D İ J İ T A L J E N E R A T İ F S İ S T E M L E R İ N S A N A T S A L İ R E T İ M İ N E KULLANIMI İ ZERİNE BİR Ç İ Z İ MLEME	131
4.1. Dijital Jeneratif Sistemlerin Sanat İ retimindeki Kullanımının Belirlenmesi: Ara-sallık	131
4.2. Gramer Temelli Dijital Jeneratif Sistemler ile Sanatsal İ retim	136
4.3. Yapay Zekâ Temelli Dijital Jeneratif Sistemler ile Sanatsal İ retim.....	147
SONUÇ	157
KAYNAKÇA	160
İ Z G E Ç M İ K	

TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 1.1. Stebbingin sanat tarihi st analizi	15
Tablo 1.2. st analizde elde edilen veriler	16
Tablo 2.1. Doğ adaki bulunan fraktalların D katsayıları	47

GÖRSELLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Görsel 1.1. Kompozisyonda gerilim denge noktası	13
Görsel 1.2. Kum saati veya parantezler	13
Görsel 1.3. Merkezden kayma daire	14
Görsel 1.4. Arnheim'da görsellerin i- l- çleri ile tanımlanması	14
Görsel 1.5. Kontrast renkleri	17
Görsel 1.6. Klee'ye göre kontrast mesafelerin tanımlanması	18
Görsel 1.7. Kontrast renklerin i- ve d- sınıfların tanımlanması	19
Görsel 1.8. Renklerin maksimum kontrasta sahip olarak eklenmesi ile gelişen ç- boyutlu bi-imler	20
Görsel 1.9. Denge renkleri	21
Görsel 1.10. Farklı Denge türleri: kaotik yapı kozmik sarmal yapı ve gelişim kozmik yapı	22
Görsel 1.11. Ritim renkleri	22
Görsel 1.12. Paul Klee'nin çizim i- l- çlerini görselleştirme -alınmaları	23
Görsel 1.13. Paul Klee'nin aritmetik ritimleri geometrik bir çizimde görselleştirme -alınmaları	23
Görsel 1.14. Orantı renkleri	24
Görsel 1.15. Orantının par- a- b- t- n ilişkisi üzerinden hesaplanması	24
Görsel 1.16. Klee'nin çizimsel terimleri temel alan harmoni -alınması	25
Görsel 2.1 Birkhoff'un $M = O/C$ formülüne göre bazı renklerin değeri...	33
Görsel 2.2 Çokgenlerin sayısal olarak -ölçülmesi	34

G° rsel 2.3	Birkhoff Form $\zeta_1 \zeta_n$ farklı a-đarda duran karelerde verdiġ i sonu-laré é é é é é é é é ..é é é é é é é é é é é é ..	35
G° rsel 2.4	Shannonôa g° re karmakâklêk skalasē é é é é é é é é é é .	39
G° rsel 2.5	Enformasyon estetiġ i °rneġ i olarak: rastgele yerlektirilmik karelerin karmakâklêk olukurmasē(solda). Aynēsayādaki kare ile yġksek dġzen ilikkisi kurulmasē(ortada). Ortadaki karede verilen ñdġzenliò kare gruplarēññ karmakâklê ģññ arttēāmasē ile harmoni olukurulmasē é é é é é é é é é é é é é é .	39
G° rsel 2.6	Shannonôun kuramēnda enformasyon miktarēile Gell-Manōn kuramēndaki efektif enformasyonun karkāaktēāmasē é é é ..	43
G° rsel 2.7	Gell-Manōn karmakâklêk kuramēna g° re en yġksek efektif karmakâklê a canlēek sahiptiré é é é é é é é é é é é é	44
G° rsel 2.8	Jean Arp, ñG° vde, G° bek Delij iò, Ahkap, 1915é é é é é é .	45
G° rsel 2.9	M.¥ . 75,000ôde yapāmêk yġksek dġzenliliġ e sahip sanat eseri...	46
G° rsel 2.10	Brown hareketi yapan fraktal -izgileré é é é é é é é é é .	47
G° rsel 2.11	¥ klidyen ve fraktal boyutlaré é é é é é é é é é é é é é	48
G° rsel 2.12	D1.3(ġstte) ve D1.5(alтта) katsayēsēna sahip fraktallar ile haritalamaé é é é é é é é é ..é é é é é é é é é é é ..	49
G° rsel 2.13	L-Sistemleri ile yapāmêk aġ a- -izimlerié é é é é é é é ..	50
G° rsel 2.14	L-Sistemlerinin doġ ayēsoyutlamada kullanēmē é é é é é ..	50
G° rsel 2.15	1943-1953 yēdlarē arasēnda yapāmêk Pollock resimlerinin yēlara g° re takādē ēD deġ erleri (noktalar) ve ortalama artāē(-izgi)é ..	52

G° rsel 2.16	Pollock - alēmalarētakli etmek i-in ğretilen fraktal - izme makinasē(solda) ve bu makinayla ğretilen fraktal (saĵ alt) ve fraktal olmayan (saĵ ğst) é é é é é é é é é é é é é é é	53
G° rsel 2.17	Soldan saĵ a 1.11, 1.66, 1.89 ve 1.6 D deĵ eri takēyan fraktallar ğzerinde kēmēzē ile g° sterilen D 1.5 deĵ erine sahip g° z takipleri. é é é é é é é é é ..é é é é é é é é é é é é .	53
G° rsel 2.18	Piet Mondrianōn resimleri ve kitle merkezi ° l-ğmlerinin grafik g° sterimié é é é é é é é é ..é é é é é é é é é é é é	55
G° rsel 2.19	ñSēadaki Rembrandtōn kitle merkezi formğlğ ile ° l-ğmğ	56
G° rsel 2.20	SideFx Houdini programēnda -izilmik bir kğp k° kelerini olukturen noktalarēn XYZ deĵ erleri ğzerinden tanēmlanmaktadē (ekran g° rğntğsğ) é é é é é é é é é é ...	58
G° rsel 2.21	Cisimleri olukturen noktalarēn iki boyutlu dğzlemde ilikĳi grafijî é é é é é é é é ..é é é é é é é é é é é é .	58
G° rsel 2.22	¢ ekitli cisimlerin takēdēklarēnokta, kurduklarēilikkiler ve kenarlarēğzerinden ° l- ğlen enformasyon deĵ erlerié é é é é	59
G° rsel 2.23	(a) Chichen Itza Piramidi, (b) Hong Kongōdaki ¢ in Bankasē (c) Chicagoōdaki Sears Kulesi (d) San Franciscoōdaki Transamerica Piramidié é é é é é é é é ..é é é é é é	60
G° rsel 2.24	Se-ilen ğ- boyutlu ° rneklerin takēdēē enformasyon deĵ erlerié .	60
G° rsel 2.25	ķekilsel gramerler ile ğretim ° rneĵ ié é é é é é é é é é	62
G° rsel 2.26	ñYukarēdaki basit bi-imin dğzenli ğretimi ile bğyğk saydarda bi-im elde edilebilirò Khan Komané é é é é é é é é é é	63

G° rsel 2.27	Kural 1 ve bu kuralla retilmi Sonsuzluk Eksi Birò serisinden bir heykelé é é é é é é é é ..é é é é é é é é é é é .	63
G° rsel 2.28	Kural 1òde tanēmlanan °l-ler ve varyasyonlarē é é é é é .	64
G° rsel 2.29	Levhalarē birlektirilme bi-imlerini tanēmlayan farklē kurallaré	65
G° rsel 2.30	İhan Komanōn Sonsuzluk Eksi Birò serisinden bazē heykellerinin ekilsel kurallar ile -° zmlenmesié é é é é é .	66
G° rsel 3.1	Hans Haacke, Buz ubuk, 1966é é é é é é é é é é é ..	70
G° rsel 3.2	Jean Tinguely, Radyo izimi, 1962é é é é é é é é é é .	71
G° rsel 3.3	Carl Andre nPiramitò (solda), nBitmemik Piramitò (sağ da), 1959é é é é é é é é ..é é é é é é é é é é é é é é	72
G° rsel 3.4	Sol LeWitt, "Tamamlanmamā A-ēk Kplerin Varyasyonlarē", 1974é é é é é é é é ..é é é é é é é é é ..é é é	72
G° rsel 3.5	Mukarnaslarē geometrik yapēēve 2b izdkmé é é é é é	73
G° rsel 3.6	¥ klidōn iki sayēnēn en byk ortak b° lenini bulma formülünün algoritmik g° rsellektirilmesié é é é é é é é é é é é .	74
G° rsel 3.7	lemsel estetik ve estetik iklemleme kavramlarēarasēndaki ilikkiyi g° steren haritaé é é é é é é é é ..é é é é é é é	75
G° rsel 3.8	Rosa Menkman tarafēndan retilen glitch g° rselié é é é é é	77
G° rsel 3.9	Dijital jeneratif sre-le retilen 20 kahve masasē varyasyonué é é é é é é é é é é é é é é é é é é ...	81
G° rsel 3.10	(Solda) Sol LeWitt, nDuvar Çizimi #118ò 1971 (Sağ da) Mitchell F. Chan,, Sol LeWitt eviricisi #118ò 2013é é é é .	81
G° rsel 3.11	Birkhoff'un vazonun bi-imini formüle edişi é é é é é é ..	84

G° rsel 3.12	Birkhoff'ün formülizasyonu üzerine jeneratif olarak üretilen vazolaré ..	84
G° rsel 3.13	Basitleştirilmiş renk jeneratif resim üretim algoritması ..	87
G° rsel 3.14	Michael Noll, "Küadratik Gauss tipi dağılım", 1963 ..	87
G° rsel 3.15	Frieder Nake, "Rastgele Poligon Hareketleri", 1963 ..	88
G° rsel 3.16	Georg Nees, "23-K", 1964 ..	89
G° rsel 3.17	Piet Mondrian, "izgilerle Kompozisyon", 1917 ..	92
G° rsel 3.18	Michael Noll "izgilerle Bilgisayar Kompozisyonu" 1964 ..	93
G° rsel 3.19	Feijis tarafından üretilen Mondrian'ın stilini taklit eden jeneratif -algoritmalaré ..	94
G° rsel 3.20	Zhang tarafından üretilen Mondrian'ın stilini taklit eden jeneratif -algoritmalaré ..	94
G° rsel 3.21	Anaokulu (Kindergarten) Gramerleri, 4 adet şekilsel gramer ile üretilmiş form ..	98
G° rsel 3.22	(Solda) Harold Cohen ve AARON'ün erken döneminde üretilen bir resim, (sağ da) AARON tarafından 1992'de üretilen bir resimé ..	100
G° rsel 3.23	A. Orijinal Fotoğraf - B. Minotaur'ın Gemi Enkazı J.M.W. Turner, 1805 - C. Yıldızlı Gece, Vincent van Gogh, 1889 - D Çiğdem, Edvard. Munch, 1893 - E. Oturan - Çiğdem, Pablo Picasso, 1910 - F. Kompozisyon VII, Wassily Kandinsky, 1913 ..	104
G° rsel 3.24	Refik Anadol, "Eriyen Hatıralar", 2018 ..	105
G° rsel 3.25	Sezgisel arama algoritması - izgisel ikleyik ..	107

G° rsel 3.26	D° rt çyeli bir popçlasyonun ç- nesil evrimleşmesi ile ger-eleşen bir evrimsel algoritma ile arama keması é é é .	107
G° rsel 3.27	Erwin Driessens ve Maria Verstappen, Breed (çreme), 1995é .	109
G° rsel 3.28	Erwin Driessens ve Maria Verstappen, Tuboid, 1998é é é é	110
G° rsel 3.29	Klondike uzayın g° rselleştirilmesi é é é é é é é é é	112
G° rsel 3.30	Yaratıcı evrimsel sistemlerin bek° ğesi é é é é é é é é é	115
G° rsel 3.31	(a) Sabit parametrelerin optimizasyonu ile bi-im çretimi (b) Alt elemanların varyasyonu ile bi-im çretimi. é é é é é é é é ..	116
G° rsel 3.32	Jeneratif evrimsel algoritmanın işleme aşamaları é é é é .	117
G° rsel 3.33	Dawkinsın ñEvrimsel Oyunuòndan örnek bi-imler é é é é é	124
G° rsel 3.34	William Latham, Mutator yazılımı ile çretilen boynuz bi-imleri	125
G° rsel 3.35	William Latham, evrimsel algoritmalar kullanılarak çretilen biyomorfik heykeller é é é é é é é é é é é é é é é	126
G° rsel 3.36	Karl Simsın evrimsel algoritmalar kullanarak çrettiĝi bitkisel bi-imler é é é é é é é é ..é é é é é é é é é é é	127
G° rsel 3.37	Karl Sims, çretilen canlı bi-imlerinin genotip -izgeleri ile ifadesi. é ..	128
G° rsel 3.38	Yçrçmek i-in evrimleşmiş dijital canlılar é é é é é é é	128
G° rsel 3.39	Karl Sims, ñGalapagosò, 1995é é é é é é é é é é é é	129
G° rsel 4.1	Doĝrusal ve prosedürsel çretim süreçlerinin keması é é é é .	134
G° rsel 4.2	Jeneratif çretim sürecine sanatın katılan olanakları é é é ...	135
G° rsel 4.3	SideFx Houdini programında algoritmik modelleme arayüzü é .	136
G° rsel 4.4	Martinoônun kaç tane çzerine ger-eleşkirdiĝi -izimleri é é é .	137

G° rsel 4.5	Martinoûnun kikisel stilini kekisel gramer kurallarēile ğretme akamalarēé é é é é é é é é ..é é é é é é é é é é é 138
G° rsel 4.6	Ėimon Prokopûn Rhino-Grasshopperûn SortalGI eklentisinde kekisel gramerler ile ğrettiğ i jeneratif tasarēn °rneĖ ié é é é . 139
G° rsel 4.7	Sequinûn Collins i-in ğrettiğ i parametrik tasarēn yazđēmēnēn arayġzġé é é é é é é é é ..é é é é é é é é é é é é . 141
G° rsel 4.8	Collinsûn heykellerini yazđēnda tanēnlayan parametrelerin bazđarēé é é é é é é é é ..é é é é é é é é é é é é é 142
G° rsel 4.9	Collinsûn Sequin tarafēndan ğretilen yazđēmēkullanarak ġrettiĖ i heykel °rneĖ ié é é é é é é é ..é é é é é é é é 142
G° rsel 4.10	Hansmayerûn altb° lme algoritmasēnēn iki boyutlu g° rsellektirilmesié é é é é é é é ..é é é é é é é é é 143
G° rsel 4.11	Hansmayerûn altb° lme algoritmasēnēn varyasyonlarēé é é é 143
G° rsel 4.12	Alt b° lme algoritmasēnēn ġ- boyutlu sġtunlara uygunlanmasēé . 144
G° rsel 4.13	Iġor Seleznev'in ġ- adet fiziksel heykeli.é é é é é é é é é 145
G° rsel 4.14	Dijital ortama aktarđan ġ- heykel ve ara bi-im akamalarēé é 145
G° rsel 4.15	Sağ ġstte kullanēētarafēndan verilen °rneĖ in Kittiwake tarafēndan genikletilmesié é é é é é é é é é é é 146
G° rsel 4.16	Kittiwake kullanēcēnēn iġlemlerini tek boyutlu ġ- skala ġzerindeki konuma g° re °l-mektediré é é é é é é é é 147
G° rsel 4.17	Kullanēcēnēn ger-eklektirdiğ i iġlemler biribirileri ile kēyaslanarak sayēsal deĖ erler atanēé é é é é é é é é é 147
G° rsel 4.18	Jeneratif olarak ġretilmik lamba tasarēnlarēé é é é é é é é 149

G° rsel 4.19	İ izgeler aracđđ ĩle kullanĉĉ etkilekimi sağ layan hibrit makine °đ renmesi y° ntemié é é é é é é é é ..é é é é é é é é	150
G° rsel 4.20	Ben Snell, Dio ñSimyacē(Makine #11)ò, 2020é é é é é é ..	151
G° rsel 4.21	Gettoĉnun ğrettiğ i yazđĉĉnĉ bir cismi tanĉnlama ve yeniden ğretme akamalarĉé é é é é é é é é ..é é é é	152
G° rsel 4.22	Yapay zek©tarafĉndan parametreleri tanĉnlanan cisimlerin bi-imsel varyasyonlarĉĉ ğretimié é é é é é é é é	153
G° rsel 4.23	Solda, Girik: kase Hedef: sandalye, Sağ da Girik: klavye Hedef: arabaé é é é é é é é é ..é é é é é é é é é é é é é	154
G° rsel 4.24	Solda, Girik: u-ak, kĉke Hedef: tuvalet, Sağ da, Girik: koni, vazo, lamba Hedef: insané é é é é é é é é é é é	154
G° rsel 4.25	Solda, Girik: U-ak Hedef: rastgele, Sağ da Girik: sandalye Hedef: rastgeleé é é é é é é é é ..é é é é é é é é é é é	155
G° rsel 4.26	Songwei Geĉnin yapay zeka ile ğrettiğ i soyut heykel °rneđ ié	156

GİRİŞ

Problem

Bu çalışmada sanat eserinin kurallarla tanımlanması ve üretilmesi durumuna işaret eden jeneratif sanat kavramı ile modernist soyut heykel sanatının temelleri arasındaki ilişki üzerinden incelenecektir. Bu bağlamda, soyut sanat eserlerinin sayısal ve kurallı olarak tanımlanabilmesi ve bilgisayarların kurallı sistemler yoluyla sanat üretebilme olanağı tartışılacaktır.

Ama-

1. bölüm, tezde izlenecek ana dizge olan, modernist soyut heykel sanatının biçim ilkelerinden hareketle dijital jeneratif üretim yöntemlerinin sanat üretimindeki araçsallığının gösterilmesinin hazırlık aşamalarından ilkidir. Modernist soyut sanat ilkelerinin doğa-bilimlerinin bakış açısından estetik değerlendirimi olarak ifade edilebilecek bu aşamada temel amaç, söz konusu ilkelerin formel bakış açısından estetik değerlendirmesinin anlaşılabilmesi için gerekli olan ön zemini inşaa etmektir.

Bu bağlamda 1.1. bölümde, modernist soyut sanatın biçimsel yapısı heykel alanı sınırlılığında incelenmektedir. Söz konusu inceleme, modernist soyut sanat çerçevesinde biçimin kendisinin doğa gözleminin konusu haline geldiği anafikri ekseninde gerçekleştirilmektedir. 1.2. bölümde modernist sanatın biçim ilkeleri, bu ilkelerin görsel algı ile temellendirilme yolları ve biçimsel kompozisyonların görsel algıyı temele alan estetik ölçüm kriterleri incelenmektedir. 1.3. bölümde ise, görsel algının fizyolojik temelleri yanı sıra insanın estetik tercihlerinin bu temeller ile olan ilişkisi ele alınarak bölüm sonlandırılmaktadır. Böylece modernist soyut sanat eserlerinin doğa-bilimsel açıdan estetik değerlendirmesine paralel ancak ona göre daha kesin çerçeve çizen bir alternatif olarak ortaya çıkan formel-bilimsel estetik değerlendirmesinin yeter düzeyde anlaşılabilmesine yönelik bir ön zemin inşaa edilmektedir.

2. bölüm, tezde izlenecek ana dizge olan, modernist soyut heykel sanatının biçim ilkelerinden hareketle dijital jeneratif üretim yöntemlerinin sanat üretimindeki araçsallığının gösterilmesinin hazırlık aşamalarından ikincisidir. Modernist soyut sanat ilkelerinin formel bakış açısından estetik ölçümü olarak ifade edilebilecek bu aşamada temel amaç; sanatsal biçimlerin sayısal çözümlenmesi ile neyin kastedildiğini belirlemek;

böylece sanatsal biçimlerin sayısal sentezlemesi anlamına gelen jeneratif üretim yöntemlerinin anlaşılabilmesi için gerekli olan ön zemini inşaa etmektir.

Bu bağlamda 2.1. bölümde Enformatik Estetik başlığı altında yer alan kuramların sanat eserinin ölçülebilir bilgi taşıdığı ve bu bilginin sayısal olarak analiz edilebileceği yönündeki ortak iddiası incelenmektedir. 2.2. bölümde ise, Enformatik Estetik kuramının temellerinden biri olan karmaşıklık kuramlarında doğadaki olaylardan veri elde edilebilmesinin temelleri ele alınmaktadır. 2.3. bölümde ise, sanat eserlerinin sayısal ve biçimsel kurallar ile çözümlendiği örnekler ile 2. bölüm içerisinde ele alınmış olan analiz kuramlarının pratik izdüşümleri gösterilmektedir. Böylece sanatsal biçimlerin sayısal çözümlemesini temele alan ve sanatsal biçimlerin sayısal sentezlemesi anlamında kullanılan jeneratif üretim yöntemlerinin anlaşılabilmesine yönelik bir ön zemin inşaa edilmektedir.

3. bölüm dijital jeneratif üretim yöntemlerinin sanat üretimindeki araçsallığının gösterileceği aşamadır. Bu aşamada temel amaç; tarihsel süreçte ‘Jeneratif Sanat’ adı altında bir sanat alanı olarak işaret edilen jeneratif olma özelliğinin, geleneksel sanat üretimlerinde dahi özsel bir süreç olduğunu, dolayısıyla bu türden bir özelliğin ayrı bir sanat alanı olarak işaret edilemeyeceğini ortaya koymaktır. Bu temelden hareketle de, Jeneratif Sanat adı altında belirtilen dijital jeneratif üretim yöntemlerinin sanat üretiminde ancak ve ancak üretim sürecine açıklık sağlayabilecek, üretimi hızlandırabilecek ve sanatçının stilsel ilerleyişini destekleyebilecek birer araç olarak ele alınabileceğini göstermektedir.

Bu bağlamda 3.1. bölümde jeneratiflik özelliğinin geleneksel ve dijital olmak bakımından ne biçimde ayrımlanması gerektiği ortaya konmakta, dijital jeneratif üretim sistemlerinin incelemesi gerçekleştirilmektedir. 3.2. ve 3.3. bölümlerde ise dijital jeneratif üretim sistemlerinin alt dalları ele alınmaktadır.

4. bölüm, dijital jeneratif üretim yöntemlerinin sanat üretimindeki araçsallığının pratik karşılığının örgütlendiği aşamadır. Bu aşamada temel amaç; dijital jeneratif üretim yöntemlerinin sanatçının üretim sürecinde yer alma koşullarını sistemleştirmektir.

¶ nem

Bu tez çalışmasının temel önemi; jeneratif sanatın, tarihsel olarak bir sanat olduğu ifade edilmiş olsa da aslen kendi içerisinde bağımsız bir sanat olarak tanımlanamayacağı ve ancak bir sanat üretim aracı olarak kullanılabileceğinin ifade edilmesi ve nedenlerinin ortaya konmasıdır.

Bu temel önem kapsamında ifade edilebilecek alt önemler ise şunlardır;

Dijital jeneratif sanatın, sadece sanat ve teknolojinin bir kesişimi değil, modern sanatın düşünsel temelleri ile ilişki içerisinde ortaya konulmuş bir sanat üretim yöntemi olduğunun gösterilmesi,

Jeneratif sanatta, sanat eserinin hem çözümlenmesi hem de üretiminde yer alan süreçlerinin birbirileri ile ilişkilendirilmesi,

Jeneratif sanatın tarihsel sürecinde kullanılan farklı yöntemlerin karşılaşılan problemlere verdikleri cevapların ve birbirileri ile ilişkilerinin gösterilmesi,

Güncel jeneratif sanat yöntemlerinin hangi problemlere cevap aranarak üretildiğinin işaret edilmesi,

Dijital jeneratif üretim araçlarının, biçim ve içeriğin ifadesi açısından bir kayıp yaşanmaksızın sanat üretim sürecine katılabileceğinin gösterilmesi,

Dijital jeneratif üretim araçlarının sanatçıların üretim sürecine katkı sağlayacağı noktaların gösterilmesi.

Varsayınlar

Bu tez çalışmasında yer alan varsayımlar şunlardır;

Biçimlerin estetik olarak değerlendirilebilmesinin mümkün olduğu kabul edilmiştir.

Cisimlerden, biçimleri yoluyla ölçülebilir veri elde etmenin mümkün olduğu kabul edilmiştir.

Sınırladıklar

Bu tez çalışmasında modernist soyut sanat alanı, biçim olgusunun ilkeleri ve öğelerini ile, farkıdalık düzeyinde sistemleştirildiği tarihteki ilk alan olması ve biçim üzerine varsayımlarından ötürü jeneratif sanatın eleştirisinin ancak bu alan dahilinde yapılabilecek olması dolayısıyla sınır kabul edilmektedir. Soyut sanat üzerine yapılacak incelemeler ise jeneratif sanatın temellerinin açıkça ortaya konulabilmesi amacıyla, biçim ve işlev kavramları ile sınırlandırılacaktır.

Bu sebeple bu çalışmada Clive Bell, Clement Greenberg ve Michael Fried'in biçimci sanat kuramları temel alınarak değerlendirmeler yapılacaktır. Aynı şekilde biçimci sanatın düşünsel temellerinin açıkça görülebildiği modernist soyut sanat eserleri bu kuramların işaret ettiği sanat eserleri olarak kabul edilecektir.

Bu çalışmanın örnekleminde yoğunlukla modernist soyut heykel sanatı ve biçimsel elemanları yer alacaktır. Bu tercih, Clement Greenberg'in heykel sanatını “dış unsurlardan bağımsız olması sebebiyle modernist sanattaki saflaşma arayışının en iyi görülebildiği sanat” olarak tanımlaması üzerinden temellenmektedir.

BİRİNCİ BÖLÜM

1. MODERNİST SOYUT HEYKELİN BİÇİM YAPISINDAN İNCELENMESİ

1.1. Modernist Soyut Heykel Yapısının Genel Olarak İncelenmesi

Modernist soyut heykelin 19.yy'ın sonunda Avrupa'da çıktığı kabul edilmektedir. Heykelde gerçekçi anlayışın terki ve figüratif deformasyonlar taşıyan eserlerin modernist heykelin ilk örnekleri olduğu kabul edilmektedir. Bu deformasyonlar, sanatçıların klasizmin yüce ve ideal biçimlerini terk ederek bireysel ifadelerini ön plana çıkardıklarının göstergeleridir. 20.yy'ın ilk yirmi yılı içerisinde ise üretilen eserlerde biçimsel deformasyonların giderek arttığı ve sonunda gerçek nesnelere benzerlikten kopan, soyut eserlerin üretildiği görülmüştür. Bu kopuş heykel sanatında dış dünyanın temsilinin terk edilmesidir. Sanatçılar kendilerini ifade etmek için sadece heykel sanatının biçimsel özelliklerini kullanmaya başlamışlardır (Krauss vd., 2004).

Heykel sanatının biçimsel özelliklerini açıklamaya yönelik kavramlar modernist sanat ile birlikte ortaya çıkmamıştır. Sanat eserinin yapısına dair analizlerin Antik Yunan felsefesinde başladığı kabul edilmektedir. Bu konuda verilen örneklerden biri de Aristoteles'in bir bronz heykeli biçim bilgisi ve malzeme olarak iki yapıda ele almasıdır.

Heykeli yapacak olan heykeltıraşta, bir "heykel" bilgisi olmalıdır. Bu heykeltıraşta olan bilgi, heykelin varlığa gelmesi için zorunludur. Bu bilgi, heykelin formunun bilgisidir; ve heykelin meydana gelişinin formel nedenidir. Daha açık ifadeyle, Heykeltıraşta olan "heykel" bilgisi, heykelin formel nedenidir. Heykeltıraş bu bilgiyi bir malzeme üzerinde gerçekleştirecektir. Formun varlığa gelebilmesi için malzeme olan bir maddeye ihtiyacı vardır. Eğer heykeltıraş bilgisini, örneğin bir tunç maddesi üzerine uygularsa, heykel tunç üzerinde gerçeklik kazanacaktır. Diğer bir deyişle, varlığa geliş zorunlu olarak bir maddeyi gerektirmektedir. Heykelin tunç madde üzerinde gerçekleşmesi zorunluluğu, varlığa gelmenin maddi nedenindendir (Erol, 2014, s. 40).

Aristoteles'e göre biçim, malzemeyi insan zihninin algılayabileceği şekle sokan ve ona anlam katan bir kavramdır. Yine Antik Yunan felsefesi içerisinde biçim kavramı aritmetik ve geometrik incelemeler ile ilişkilendirilmiştir. Doğadaki olguları anlamlandırabilmek için matematiksel idealler üretilmiş ve sanatsal güzellik bu matematiksel ideallere uyum ile değerlendirilmiştir. Rönesans döneminde de Antik Yunan idealleri tekrar keşfedilmiş ve kabul görmüştür. Tıpkı Antik Yunan'da olduğu gibi

sanatçılar, doğanın yapısını anlama çabası içerisinde gözlemler gerçekleştirmiştir ve eserlerinde geometrik ölçüleri ve aritmetik orantılar kullanarak kompozisyonlar üretmişlerdir. Bu yaklaşım, yeni-klasizm veya akademik sanat adı altında 18.yy'a kadar sanat eserlerinin yorumlandığı temeli oluşturmuştur.

Klasik anlayışta kullanılan basit geometrik ilişkilerin modernizmde başlayan soyut heykel sanatının biçimsel açıdan incelenmesi için yeterli olmadığı görülmektedir. Modernist sanatta her sanat disiplini, diğer disiplinlerden biçimsel olarak farklı kuralları kabul etmiş ve bu kuralları ön plana çıkararak diğer disiplinlerden ayrılmayı amaçlamıştır. Modernist heykelin biçimsel öğelerinin belirlenmesi ve birbirinden ayrışması ise 19. Yy'a dayanmaktadır.

1866'da Gotthold Lessing, Laöcoon kitabında sanatları zaman ve mekânsal değerlerine göre kategorize ederek modern normatif değerlendirmenin temellerini oluşturmuştur. Lessing'e göre heykel ve resim gibi görsel sanatlar mekânsal, edebiyat ve müzik sanatları ise zamansal olarak ele alınmalıdır. 1907'de ise Adolf von Hildebrand heykelin mekân ile ilişkisini ayrıntılı olarak incelemiştir. İncelemesini biçimsel değerler üzerine kuran Hildebrand "Problem of Form" çalışmasında ideal heykelin belirgin biçim değeri taşıması gerektiğini iddia etmiş ve heykelsi biçimin kendisini mekândan ayırmak üzerine kurulu olduğunu öne sürmüştür (Krauss, 1985).

Lessing'in Laocoon'da ortaya koyduğu formülde, müzik ve edebiyat gibi ilerleyerek deneyimlenen disiplinler eylemlerin akışı yoluyla durumları açıklamaktadır. Resim ve heykel gibi potansiyel olarak eserin tümünün aynı anda deneyimlendiği disiplinlerde ise nesnelerin etkileşimi üzerinden bir eylem ortaya konmaktadır. Lessing'in 19.yy'da görsel sanatlar hakkında yaptığı bu yorumun 20.yy modernist sanatında da kabul gördüğü Arnheim'in şu sözlerinde görülmektedir: "Birbirleriyle veya parçaları arasında mekânsal bir ilişki kuran şeylere nesne denir... nesneler ve görünür özellikleri resmin gerçek içeriğidir" (Arnheim, 1974, s. 191–192).

Greenberg ise bir heykel eserinin tamamıyla bağımsız olduğunu söylemiştir. Heykel eseri ne bir mimari bina gibi fiziksel bir amaç taşır ne de bir resim gibi üzerinde duracağı bir nesneye ihtiyaç duymaktadır. Bir heykel eserini oluşturan öğeler sadece heykelin biçimini oluşturmak için bir araya getirilmiştir. Greenberg'e göre modernist

estetiğin pozitivist yönünün tamamıyla görülebileceği tek örnek bu şekilde üretilmiş bir heykel eseridir.

Bir heykel, bir binanın aksine kendi ağırlığından fazlasını taşımak zorunda değildir. Bir resim gibi de başka bir nesnenin üzerinde olması gerekmemektedir. Heykel eseri hem düz anlamıyla hem de kavramsal olarak kendisi için var olmaktadır. Kavramsal ve algılanabilir tüm öğelerin sanat yapıtına ait olduğu bu kendine yeterlilik halindeki heykelde modernist "estetiğin" pozitivist yönü tam anlamıyla gerçekleştirilmiş olmaktadır. (Greenberg, 1969, s. 145)

Heykel sanatı 20.yy'a dek figür temsiline dayalı oyma ve modelleme işlemleri ile sınırlı kalmıştır. 19.yy'dan itibaren gelişmeye başlayan pozitivist bakış estetik algısını değiştirdiği gibi heykel sanatını da etkilemiş ve biçimsel değişimlere yol açmıştır. Modernist heykel, heykel sanatının doğasına ait olmayan herhangi bir biçimsel öğenin kullanımından uzaklaşmıştır. Pozitivist bakış içerisinde modernist heykelin ancak diğer sanatlardan ayrılması ve heykelin dayandığı öz kuralların aranması yoluyla en "saf" haline ulaşabileceği düşüncesi hakim olmuştur (Greenberg, 1969, s. 139).

Modernist heykeldeki saflık arayışının pozitivist temelleri olduğu açıkça görülmektedir. Pozitivist bakışın ise sanat alanındaki temelleri 18.yy'da Alexander Baumgarten'in Estetik adlı eserinde atılmıştır. Baumgarten, sanatın doğayı anlamlandırma amacını kabul etmiş fakat bilimin doğayı anlamlandırma yöntemi ile sanatın yöntemini birbirinden ayırarak modern estetiğin temellerini oluşturmuştur.

Baumgarten'e göre estetik, mantık ile birlikte insan anlayışının bir ögesidir. Mantık, inceleme ve akılcı açıklamalar ile dünyayı açıklarken estetik dünyayı duyumsamaya (cognitio sensitiva) dayanır. Bu bakış açısına göre sanat eserinin güzel olup olmadığı tartışılmamaktadır ancak güzellik yargısının temelleri incelenmektedir. Baumgarten akıl ile anlamak ve duyular yoluyla anlamayı eşit değere sahip iki farklı biliş olarak ayırmıştır (Nake, 2012a, s. 66)

Gerçekliğin temsilinden vazgeçilmesi modernist sanatlar ve modernizm öncesi sanatlar arasında biçimsel bir kırılma yaratmıştır. Ancak bu modernist sanatta doğanın gözlemlenmesinden kopuş anlamına gelmemektedir. Modernist sanatçılar, klasik sanatçılar gibi, doğayı duyu organları ile gözlemlemeye ve doğadaki kuralları fark ederek bunları ifade aracı olarak kullanmaya devam etmiştir. Burnham, Soyut heykelin temelinde, bilimsel yöntemin de temelinde yer alan fiziksel olguların niteliklerini

açıklama ve nesnelerin özlerindeki hakikati ortaya koyma arzusunun yer aldığını ve bunun bilim gibi ilerlemeci bir süreç olduğunu iddia etmiştir.

Endüstriyel bir toplumda sanatsal soyutlamanın rolü, içinde yaşayanların biyolojik bileşimini yeniden oluşturmak da dahil olmak üzere, toplumun yeniden yaratımı için psişik hazırlıktan başka bir şey değildir. Bu tür kültürlerde, bir kez belirlenmemiş bir bilimsel anlayış eşiği aşıldığında, soyutlama artık içi boşalmış bir ritüel haline gelir. Soyut ya da biçimci sanatın güçlü olarak devam etmesi, bilim tarafından kullanılan sembolik akıl yürütme yöntemleri ile birleşmeye bağlıdır. Teknolojik ilerlemeye adanmış bir kültürdeki biçimci sanat, varoluş nedenini daha güçlü biçimcilik türlerinde arar ve bulur (Burnham, 1987, s. 4).

Bu sözleriyle Burnham soyut sanatta kullanılan biçimsel analiz yöntemlerinin bilimsel yöntemler gibi sistematik olduğunu savunmuştur. Soyut sanatı, sanatın bilimsel akılcılığa geçiş dönemi olarak tanımlamıştır ve sanatın bilimsel bakış açısındaki ilerlemelere ayak uydurarak çağdaşlığını koruyabileceğini iddia etmiştir (Burnham, 1987, s. 112).

Modernist sanat eserlerinin değerlendirmelerinde biçim kavramının içerikten ayrıldığı yaygın olarak görülmektedir. Biçimsel değerler üzerine yoğunlaşmış olması içerik değerlerinin göz ardı edilmesi anlamına gelmemektedir. Modernist sanatın fiktisel temelleri biçim üzerine olduğu kadar sanatçının ifadesi üzerine de kuruludur. Tolstoy’a göre sanat “bir insanın yaşadığı duyguları hareketler, çizgiler, renkler, sesler veya kelimelerle ve işaretlerle üretilen biçimler aracılığıyla başkalarına aktarması başkalarının da aynı duyguyu deneyimleyebilmesinden oluşan bir insan faaliyetidir” (Tolstoy, 1996, s. 51). Sanat öncelikle bir duyumsama etkinliğidir bununla birlikte bir eserin estetik değerleri, şekil, renk, doku ve kompozisyon gibi biçimsel öğeler tarafından temsil edilmektedir.

Bir sanat eseri biçim ve içerik olarak ayrıldığında bu değerler birbirinden bağımsız olarak var olmamaktadır. Biçim ve içerik arasındaki etkileşimdeki uyumun esere sanatsal değer katan bir değer olduğu yaygın bir kabuldür. Görsel olarak hoş ancak içeriği rahatsız edici olan birçok eserden söz edilebilir. Eserin görsel estetik değeri kompozisyon, şekil, renk gibi öğelerin içeriği yansıtmaya kapasitesine bağlıdır.

Clive Bell 1914’de yazdığı “Sanat” adlı kitabında içerik ve biçim arasındaki zıtlık ilişkisini biçim çerçevesinde bir araya getirmiştir. Bell’in teorisine göre bir eserin bir içeriği temsil etmesi onun sanat eseri olması için yeterli değildir. Bir sanat eserinin

öncelikle belirgin bir biçime sahip olması gerektiğini öne sürmüştür. Belirgin biçim ise çizgiler, renkler, şekiller, boşluklar vb. öğelerin bilinmeyen ve gizemli kurallar ile bir araya gelişleri sonucunda izleyicide etki uyandırma kapasitesine sahip olmasıdır. Sanatçılar da bu kuralları araştırarak kompozisyonlar üretmektedir (Bell, 1914; Carroll, 2010)

Bir sanatçının görevi, önemli biçime sahip bir nesne üretmek, yani kurallı düzenlemeler veya biçim kombinasyonları üretmektir. Duyarlı bir gözlemci, belirgin biçimi algılayabilir, yani kompozisyonlardaki veya biçimsel kombinasyonlardaki kuralları algılayabilir (Stiny ve Gips, 1978)

Bell'in biçim üzerine ortaya koyduğu fikirleri 20.yy'da soyut sanatın değerlendirilmesindeki en etkili teorilerden birini oluşturmuştur. Modernizmde, eserlerin sanatçısının duygularından bağımsız olarak ve sadece biçimsel öğeleri ile değerlendirilmesi gerektiğini savunan bu düşünce “yeni eleştiri” veya biçimsel eleştiri olarak adlandırılmıştır. Yeni eleştiriye göre sanatta; sanatçının ve izleyicinin duyumsamaları ile eserin içeriği birbirinden ayrı olarak ele alınmaktadır ve sanat eserinin ifade değerinin ancak biçimsel öğelerinin incelenmesi ile anlaşılabilceği savunulmaktadır. Biçimsel eleştiriye göre izleyicinin ya da sanatçının duyguları temel alınmamaktadır, estetik ifadelerin taşıyıcısı eserin kendisidir. Sanatçı, izleyicinin hissettiklerini duyumsamış olmak zorunda değildir. Örneğin bir müzik eseri yavaş bir tempoda ilerliyorsa veya bir heykel eseri uzun ve yükselen biçimler taşıyorsa o eser için üzüntü hisleri ifade ediyor denilebilir, ancak burada izleyici üzüntü duygusunun ifadesi ile değil eserin biçimsel öğeleri ile karşılaşmaktadır (Bell, 1914; Carroll, 2010).

Biçimsel eleştirinin estetik temellerinin yazarlarından Beardsley sanat eseri ve sanatçısı arasındaki ayrıma heykel sanatından bir örnek vermiştir: “Yere eğik bir açıyla monte edilmiş, cilalı tik ağacından büyük ve kıvrımlı bir nesne ele alalım... Bu heykelin sanatçısı, heykelin “İnsan Kaderini” sembolize ettiğini iddia etmekte olsun” (Beardsley, 1958, s. 18–21). Bu örnekte izleyicinin esere baktığı zaman bu sembolizmi algılayamaz ise yeni eleştiriye göre bu anlamın eksikliğinin izleyiciden mi yoksa eserden mi kaynaklandığı sorgulanmalıdır. Bir esere herhangi bir sembolizm atfedilmesi anlamsız olduğunu çünkü aynı biçimine farklı kişiler tarafından farklı anlamlar yüklenebileceği savunulmuştur. Beardsley'e göre bir sanat eseri, tıpkı bir puding veya bir makine gibi yaratıcısından bağımsız olarak var olabilmektedir. Nasıl bir makine, vidaları, kabloları,

devrelerinin bağlantıları ile değerlendiriliyorsa bir sanat eseri de onu oluşturan parçalar ve aralarındaki ilişkiler üzerinden değerlendirilebilmektedir (Beardsley, 1958, s. 368).

Burada biçimci incelemenin iddialarına bir eleştiri, biçimsel öğelerin neler olduğu ve nasıl olması gerektiğine dair evrensel bir çözüm üretilmesinin mümkün olmamasıdır. Sanat tarihindeki en önemli tartışmalardan biri de tüm insanların doğasına uygun bir kompozisyonun var olup olmadığı sorusudur. Gombrich insanların doğasına uygun kompozisyonun var olduğunu ve batı sanatı tarihinin bu kompozisyonu arayışının tarihi olduğunu iddia etmiştir. Ancak 1970'lerden sonra sanat felsefesindeki görüş tüm insanlara ve zamanlara uygun bir kompozisyon olamayacağı ve uygunluğun her zaman göreceli olacağı yönünde değişmiştir (Goodman, 1976; Stiny ve Gips, 1978, s. 75).

Modernizmin başlangıcından beri heykel sanatı, sanat tarihinde kabul edilmiş temel öğeler üzerine kurulmuştur. Soyutlamaların başlaması ile geleneksel kurallara dayanan yaklaşım giderek bilimsel bir bakış açısı üzerinden üretilen kurallara dönüşmüştür. Ancak her sanatçının ve akımının gerçeklikten bağımsız kurallarını oluşturması sebebiyle soyut sanatın genel bir kural altında toplanması mümkün değildir. Bir sanat eserinin biçimi açısından yorumlanması, sanat eserinin biçimsel öğelerinin nasıl bir araya getirildiği üzerinden incelenmektedir. Bu türdeki tartışmaların çoğu, bir sanat eserini alt öğelerine ayrılabilen bir bütün olarak ele alır. Her bir öğe diğer öğelerle ve kompozisyonun bütünüyle ilişki taşımaktadır. Belirgin biçim üzerine bu arayış, eserin bütünü, parçalarını ve aralarındaki ilişkileri dikkate almaktadır. Bu özellikler sanat eserinin içindedir. Bir sanat eserinin biçimi açısından yorumlanması, nesnede gözlemlenebilir özelliklerin eser içi ilişkileriyle temellenmektedir (Fried, 1998; Stiny, 1975)

Bu biçimsel öğelerin kesin bir listesini çıkarmak mümkün değildir. Yine de soyut sanat eserlerinin, sanatçıların görsel algısı temelinde bir araya gelen ortak biçimsel değerleri olduğu kabul edilmektedir. Görsel algı temelinde eserler, biçim ve kompozisyonlarında denge, simetri, ritim gibi öğelerin yapısı ve uyumu üzerinden yorumlanmakta ve değerlendirilmektedir.

1.2. Temel Sanat Öğesi ve İlkelerinin İncelenmesi

Soyut heykel sanatının, erken modernizmde verilen örnekleri öncelikle biçimsel öğeleri ile ele alınmaktadır. Bu öğeler yukarıda bahsedildiği gibi sanat tarihi boyunca

çeşitli yöntemlerle kategorize edilmeye çalışılmıştır. Sanat üzerine yapılan yorumlarda Antik Yunan döneminden beri bütünlük, çeşitlilik, düzen ve karmaşıklık gibi kavramlar kullanılmıştır. Çeşitlilik ve düzen ilişkisi örnek olarak tragedya biçiminin temeli olarak kabul edilmektedir. Burada düzen ve karmaşıklık arasındaki çelişkinin sanatsal etkinin altında yatan değer olduğu düşünülmüştür (Stiny, 1975, s. 324).

18.yy'dan itibaren ise sanat eserleri, yapı, alt öğeleri ve aralarındaki ilişkiler üzerinden değerlendirildiği görülmektedir. Eserler biçimsel öğelerinin büyüklüğü, konumu, renkleri, şekilleri ve aralarında kurdukları ilişki yapılarıyla ele alınmaya başlanmıştır. Bu gibi görsel öğelerin aralarındaki düzen ilişkisinin de eserin yapısını açıkladığı kabul edilmiştir (Stiny ve Gips, 1978, s. 167–168).

20.yy'da ise Rudolf Arnheim'in gestalt psikolojisi üzerinden ortaya koyduğu “Pragnanz” kuramı sanatsal kompozisyonları değerlendirmede genel kabul görmüştür. İlk defa 1954 yılında Arnheim tarafından ortaya konan bu kuramda insanın algısal biliş sürecinin sanatsal deneyimi açıkça anlaşılabilir yapılar halinde kategorize ettiği kabul edilmektedir. Eserin biçimsel öğelerinin pragnanz kuramı üzerinden değerlendirilmesi ile bazı kurallar ortaya konmuştur. Bunlar genellikle temel sanat kuralları olarak kabul edilen kontrast, denge, oran-orantı, devamlılık, mesafe ve ritim gibi biçimsel öğelerdir (Galanter, 2012, s. 260).

Arnheim insanın algısı üzerine deneyler yapan bir psikologdur. Sanat eserini oluşturan biçimsel öğeleri farklı kombinasyonlarda karşılaştırmalı olarak izleyicilere sunmuş ve aldığı geri dönüşler üzerinden insan algısının yapısına dair bilimsel sonuçlar ortaya koymuştur.

Psikolojik düşüncemin ilkeleri ve aşağıda alıntı yapacağım deneylerin çoğu gestalt teorisinden türemiştir- muhtemelen eklemeliyim ki bu adı benimseyen çeşitli psikoterapi türleriyle hiçbir ilgisi yoktur. Biçim veya biçimin Almanca adı olan gestalt kelimesi, yüzyılımızın başından beri, esas olarak duyuşsal algı deneylerinden türetilen bir bilimsel ilkeler bütününe uygulanmıştır (Arnheim, 1974, s. 3).

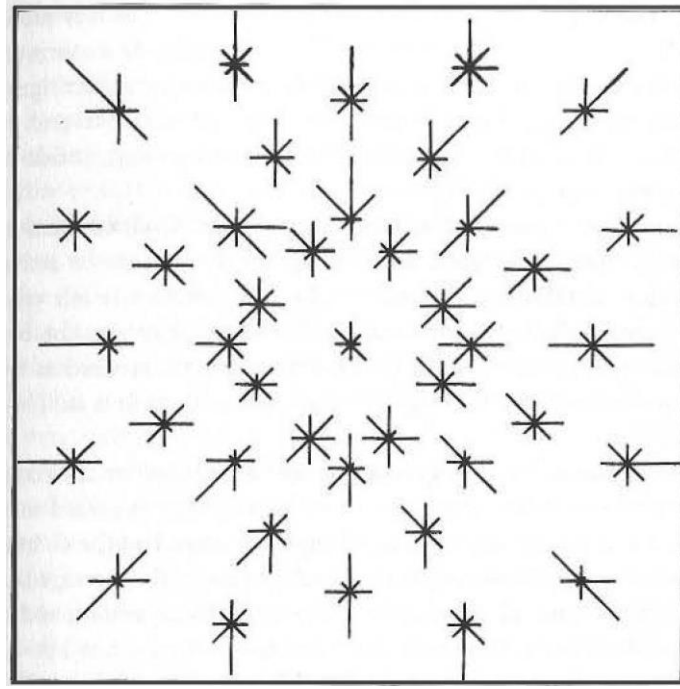
Bu çalışmaların her ne kadar insan bedeninin algısal özellikleri üzerine olsa da fizyolojik temelleri Arnheim tarafından ortaya konulamamıştır. Yine de izleyicilerin biçimsel öğeleri izlerken hissettiği gerilim ve düzen duygularının beyin sinirsel yapısına dayandığını düşünmüştür. Çalışmasındaki en önemli varsayımlardan biri algının beyindeki bir bilişsel faaliyet olarak kabul edilmesidir. Arnheim'in sanatsal kuramının

kendisi kesin biçimsel kurallar oluşturmamıştır ancak biçimsel kurallar oluşturulabilmek için kullanılabilecek bulgular sunmuştur. Özellikle eseri oluşturan öğelerin yapılarının anlaşılabilirliğinin eserin basitliği ile aynı olmadığını göstermesi soyut sanat açısından önemli bir noktadır (Galanter, 2012, s. 279).

Arnheim kendi çalışmalarını, sanatsal değerlerin bilimsel bir yöntemle kategorizasyonu olarak görmüş ve bu kategorilerin biçimsel öğeleri değerlendirilmesine temel olacağını düşünmüştür. Arnheim bunu şöyle ifade etmiştir: “Bir sanat eserinde belirli nitelikleri görüp hissetmemize rağmen bunları kelimelerle ifade edemediğimiz sıklıkla olur. Başarısızlığımızın nedeni, dili kullanmamız değil, algılanan bu nitelikleri uygun kategorilere ayırmayı henüz başaramamış olmamızdır” (Arnheim, 1974, s. 2).

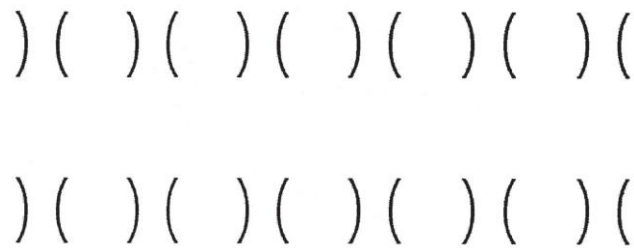
Buna göre insanın bir sanat eserine baktığında algıladıkları sadece renklerin, şekillerin, hareketlerin ve boyutsal düzenlemelerin bir araya gelişlerinden ibaret değildir. Bu öğelerin düzenlenmeleri arasındaki etkileşimden gerilimler ortaya çıkmaktadır ve bu gerilimler algılanan biçimsel öğelere aittir, izleyicinin psikolojisinden bağımsız olarak oluşmaktadırlar. Arnheim’a göre bu gerilimler bir fizik kuramı gibi büyüklük ve yön olarak ölçülebilmektedir ve bu sebeple psikolojik kuvvetler olarak tanımlanırlar (Arnheim, 1974, s. 6). Bu tanıma göre Arnheim’ın psikolojik kuvvetler açıklaması Beardsley’nin yeni eleştiri kuramında eserin anlamının izleyicinin psikolojisinden bağımsız olarak değerlendirilmesi ile uyumludur.

Görsel 1.1’de Gestalt kuramı üzerine yapılmış bir deneyin sonucu verilmiştir. Bu deneyde katılımcılara kare bir çerçeve içerisine tek tek yerleştirilen küçük disklerin nereye doğru hareket içerdiği sorulmuş ve her nokta üzerinde verilen cevapların sıklığına göre uzunluklara sahip çizgilerle gösterilmiştir (Görsel 1.1.). Şekillerin yarattığı gerilim etkisi aynı zamanda onların nasıl algılanacağını da belirlemektedir. Tam çizilmemiş bir çember izleyicide bütün etkisi yaratabilmektedir veya bir resim kompozisyonundaki perspektif kaçış çizgileri fiziksel olarak temas etmese dahi tek noktada birleştiği anlaşılabilmektedir (Arnheim, 1974, s. 7).



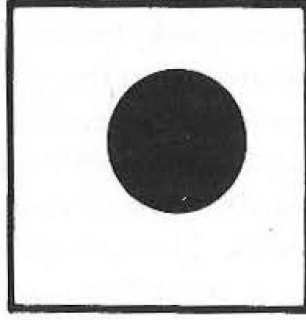
Görsel 1.1. kompozisyonda gerilim denge noktası (Arnheim, 1974, s. 8)

Aynı şekilde gestalt kuramına göre şekillerin arasındaki mesafe onların nasıl algılandığını belirlemektedir. Görsel 1.2. de verilen örnekte iki sıra halinde parantez işaretleri görülmektedir ancak parantezler yatay olarak uzaklaşıp dikey olarak yaklaşılırsa kum saati şeklinde de algılanması mümkündür (Görsel 1.2.).



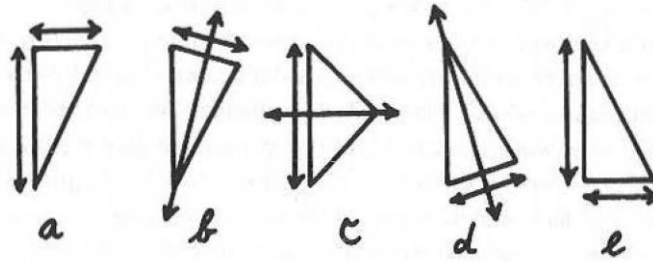
Görsel 1.2. Kum saati veya parantezler (Ramachandran ve Hirstein, 1999, s. 47)

Arnheim görme eylemini bir ölçüm olarak ele alır, Görsel 1.3.'e bakıldığında verilen dairenin Karenin merkezinde değildir. Bu ölçüm yapılırken hiçbir araç kullanılmamıştır ve görme içerisinde kendiliğinden gerçekleşmiştir. Arnheim bu ölçümün soldaki boşluk ile sağdaki boşluğun gözle kıyaslanarak gerçekleştiğini iddia etmiştir (Görsel 1.3.) (Arnheim, 1974, s. 6).



Görsel 1.3. Merkezden kaymış daire (Arnheim, 1974, s. 6)

Görsel 1.4.’teki örnekte farklı üçgen türleri gösterilmiştir. Verilen üçgenler sırayla iki köşe sabit tutulurken üçüncü köşenin yer değiştirmesi üzerinden oluşan hareketi temsil etmektedir (Görsel 1.4.). Arnheim’a göre bu üçgenlerin geçirdiği değişimin sadece şekilsel olarak anlaşılması mümkün değildir. Ancak üçgenlere ait geometrik yapılar algısal olarak ölçüldüğünde tam olarak anlaşılabilir (Arnheim, 1974, s. 48–49). Şekiller geometrik olarak ele alındığında, noktalar, doğrular, düzlemler ve cisimlerden oluştuğu kabul edilmektedir. Bu geometrik öğelerin kendi aralarında birleşmesi, ayrışması, hareket ettirilmesi veya ölçülerinin değişmesi gibi çeşitli geometrik işlemler ile şekilsel olarak ortaya farklı bir biçim çıkacaktır. Bu bağlamda ele alındığında görmek, geometrik işlem yapmanın bir türü gibi görülebilir (Stiny, 1991, s. 171, 2006, s. 20).



Görsel 1.4. Arnheim’a göre şekillerin iç ölçüleri ile tanımlanması şeması (Arnheim, 1974, s. 49)

Örneklerde de görüldüğü üzere soyut sanatta genel kabul gören biçimsel sanat kurallarının önemli kaynaklarından Rudolf Arnheim tasarımda sezgisel üretimlerin yanı sıra ölçüsel bir yaklaşımı da temel almıştır. Yani sanat eseri estetik değerine ek olarak bir

deneysel araştırma ögesi olarak değenlendirilmiştir. Bu açıdan 21.yy'daki sanatsal araştırmalar da dahi kaynak gösterilen gestalt kuramının, modern sanatın gelişimi boyunca gözlenen pozitivist yaklaşımı taşıdığı görülmektedir.

Rudolf Arnheim modernist soyut sanatta kullanılan biçimsel öğeleri tanımlayan tek araştırmacı değildir. Peter Stebbing 2004 yılında yayımladığı “Görsel Kompozisyonlar için Evrensel Gramer?” adlı çalışmasında 1938-1998 yılları arasında yayınlanmış elli adet sanat tarihi ve kuramı eseri üzerine üst-analiz gerçekleştirmiş ve tüm örneklerinde sanat eserlerini biçimsel olarak tanımlayan ortak kavramları bulmuştur (Tablo 1.1.).

Tablo 1.1. Stebbing'in sanat tarihi üst analizi (Stebbing, 2004, s. 64)

	Kontrast	Ritim	Denge	Orantı	Harmoni	Toplam
Acton, M., 1997	X	X	X		X	4
Allen, A.B., 1938						0
Anderson, D.M., 1961	X	X				2
Arnheim, R., 1974	X	X	X		X	4
Barratt, K., 1980	X	X	X	X	X	5
Birren, F., 1961					X	1
Bugg, S., 1997, 1998		X				1
Dondis, D.A., 1984	X					1
Dow, A.W., 1997	X	X	X		X	4
Garrett, L., 1967						0
Graves, M., 1951	X	X	X	X	X	5
Harlan, C., 1970	X	X	X	X	X	5
Hesselgren, S., 1969		X		X		2
Hofmann, A., 1965	X					1
Howard, C.H., 1926		X		X		2
Itten, J., 1975	X	X				2
Itten, J., 1980	X	X		X		3
Kandinsky, W., 1979						0
Kepes, G., 1995						0
Kleint, B., 1969	X					1
Kunsthewerneschule, Zürich, 1968	X	X	X	X		4
Lauer, D.A., 1979	X	X	X	X	X	5
Lowry, B., 1961	X				X	2
Lucio-Meyer, J.J. de, 1975		X				1
Malins, F., 1980		X		X		2
Mante, H., 1969	X			X		2
Matthaei, J.M., 1993	X			X		2
Meiss, P., von, 1996	X	X	X	X		4
Owen, P., 1970						0
Palmer, F., 1988		X				1
Pearce, C., 1947	X	X	X		X	4
Peter, H., 1994	X			X	X	3
Popham, J.K., 1954		X	X	X	X	4

Tablo 1.2. (Devam) Stebbing'in sanat tarihi üst analizi

Read, H., 1963		X		X	X	3
Rowland, K., 1965, C.1-3		X		X		2
Rowland, K., 1976						0
Ruder, E., 1981	X	X		X	X	4
Rüegg, R. ve Fröhlich, G., 1972	X	X		X		3
de Sausmarez, M., 1980						0
Schodek, D.L., 1993			X			1
Scott, R.G., 1951	X	X	X	X	X	5
Smith, P.F., 1987					X	1
Sneum, G., 1965		X	X			2
Taylor, J.F.A., 1964	X	X	X			3
Thiel, P., 1981		X			X	2
Thompson, T., 1950	X	X	X	X		4
Wagner, F.C., 1981	X		X	X		3
Weber, J., 1975			X	X		2
Wong, W., 1993	X	X	X	X	X	5
Zelanski, P. ve Fisher, M.P., 1988		X	X		X	3
Alt toplam	27	31	20	23	19	120/50=2.4

Stebbing çalışmasının sonucunda, kontrast, ritim, denge, orantı ve harmoni başlıkları altında toplanan görsel kompozisyonları tanımlamakta en çok kullanılan beş öge ortaya çıkmıştır (Tablo 1.2.) (Stebbing, 2004, s. 65).

Tablo 1.3. Üst analizde elde edilen veriler (Stebbing, 2004, s. 63)

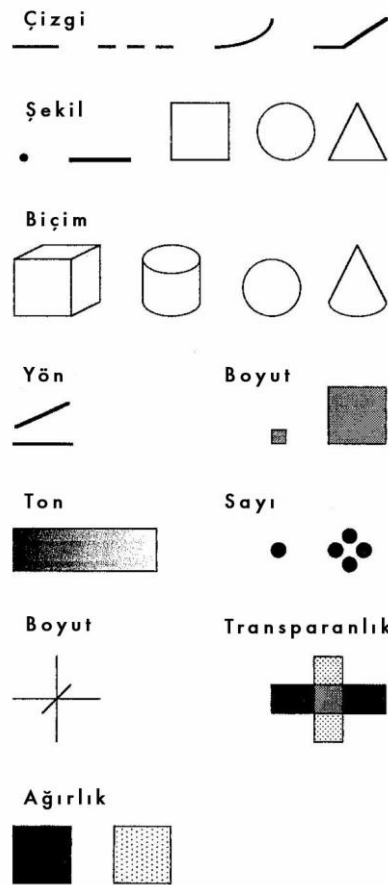
KONTRAST	61	DENGE	35	RİTİM	33	ORANTI	36
Geçişlilik	27	Eşitlik	8	Tekrar	35	Altın oran	10
Varyasyon	27	Simetri	10	Örüntü	34	Diğer isimler	2
Diğer isimler	97	Diğer isimler	4	Diğer isimler	29		
Toplam	212	Toplam	57	Toplam	131	Toplam	48
BİRLİK	24	Hareket	48	Dışavurum			
Harmoni	11	Devinim	9	Diğer isimler			
Diğer isimler	2	Diğer isimler	0				
Toplam	37	Toplam	57	Toplam	41		

Ortaya koyduğu ögeler kendi belirlediği kategoriler değildir, sanat tarihi içerisinde en çok kullanılmış olan kavramların ortaya konmasıdır. Stebbing, sanat eserlerini biçimsel olarak tanımlamada kural olarak kullanılan bu ögelerin doğa kanunlarına paralel geliştiğini söylemiştir. Doğanın insanlar tarafından algılanma şekli farklı yerlerde ve zamanlarda yaşayan araştırmacılar tarafından ortak sonuçlar üretmiştir. Bu da insanın

doğayı pozitivist bir bakışla incelerken bilimsel kurallar üretmesinin yanı sıra sanatsal kurallar da ürettiğini göstermektedir (Stebbing, 2004, s. 69).

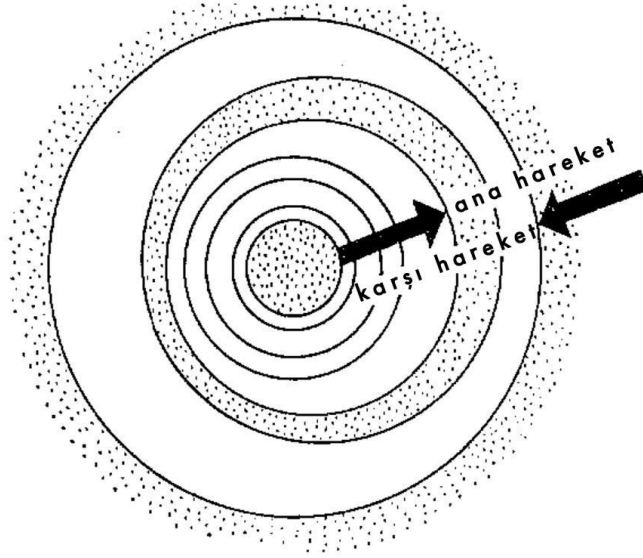
Kontrast, ritim, denge, orantı ve harmoni üzerine Stebbing'in bulguları genel olarak bir temel sanat kitabında belirtilen öğelerden farklı bir sonuç ortaya koymamaktadır. Ancak soyut sanatı modernizmin başlangıcından itibaren ölçüsel ve kurallı temeller üzerine oturduğunun gösterilmesi için bu beş biçimsel öğenin üzerinden örnekler gösterilecektir.

Kontrast, kısaca duyularımızla algılayabildiğimiz her farklılığı ifade eder. Arnheim benzerlik ve zıtlığı iki kutup olarak ele almıştır ve zıtlığı görme kapasitesinin temeli olarak tanımlamaktadır (Görsel 1.5.). Bir kompozisyonda benzerlik arttığında ise, giderek algı azalacak ve sonunda anlaşılması mümkün olmayan bir yapı ortaya çıkacaktır. Benzerlik ve zıtlık bir arada kullanıldığında ise Arnheim'a göre benzeyen şeyler arasında psikolojik çekim kuvvetleri oluşmaktadır (Arnheim, 1974, s. 40).



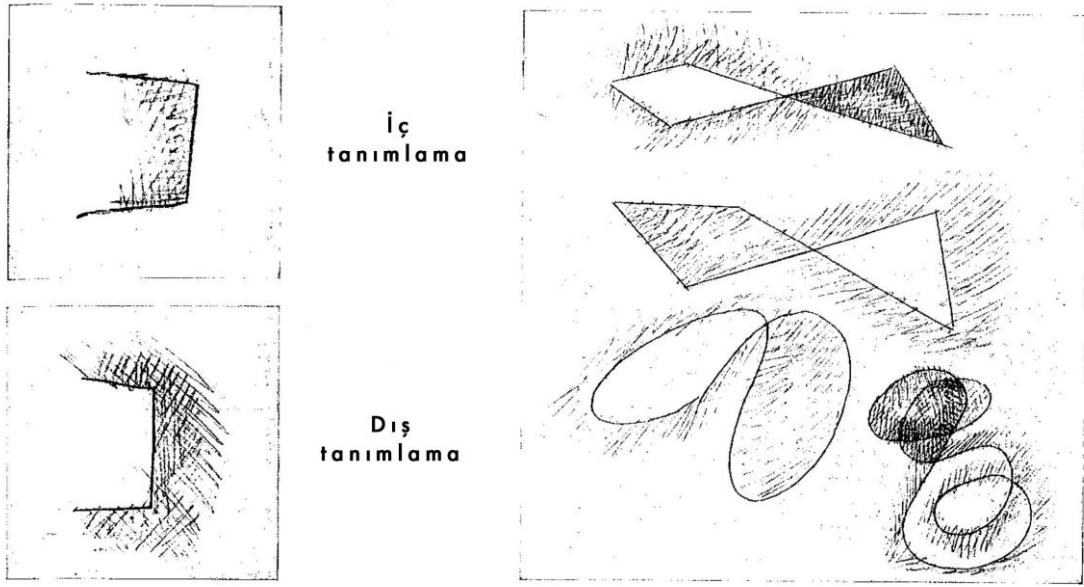
Görsel 1.5. Kontrast örnekleri (Stebbing, 2004, s. 65)

Paul Klee'de 1920'lerde soyut sanat üzerine yazdığı defterleri ve Bauhaus ders notlarında, soyut sanatın biçimsel öğelerinin yapılarına ve anlamlarına dair önermeler sunmuştur. Bu önermeler doğanın gözlemi ve özünün anlaşılması fikri üzerine kurulmuştur ve modernist sanat boyunca etkili olduğu kabul edilmektedir. Klee'ye göre kontrastın bir işlevi de hareket ve mesafe özellikleri tanımlamasıdır (Görsel 1.6.). Aşağıdaki görselde iç içe geçen halkaların mesafeleri kontrast değerleri sayesinde daha güçlü sunulmaktadır (Klee vd., 1969).



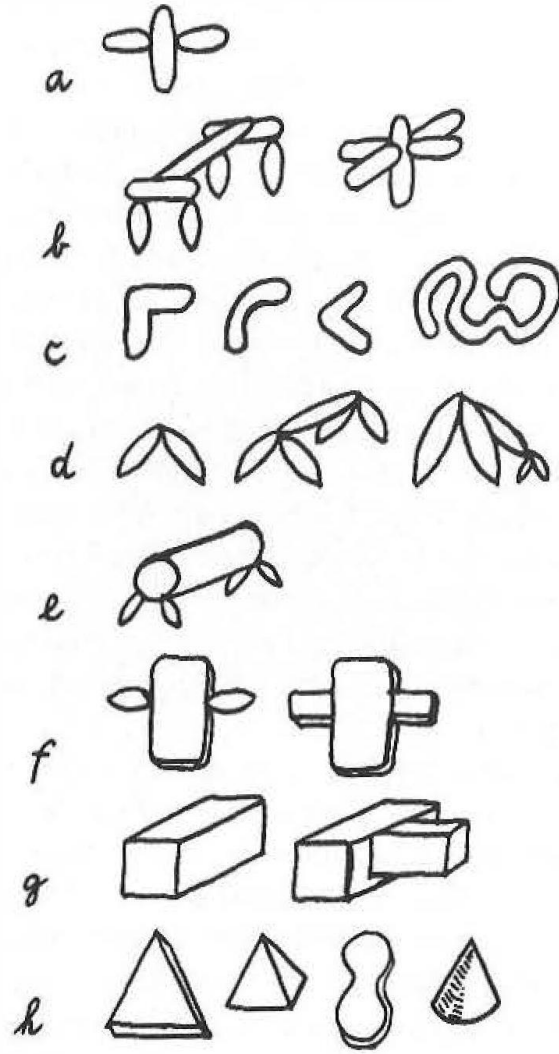
Görsel 1.6. Klee'ye göre kontrast mesafelerin tanımlanmasını sağlar (Klee vd., 1969, s. 32)

Yine Klee'ye göre şekiller de taşıdıkları kontrast değerine göre farklı tanımlanabilmektedir (Görsel 1.7.). Nesnelerin iç kontrastı, dış kontrastı ve aralarında oluşan zıt ilişkileri şekillerin algılanma biçimlerini değiştirmektedir (Klee vd., 1969).



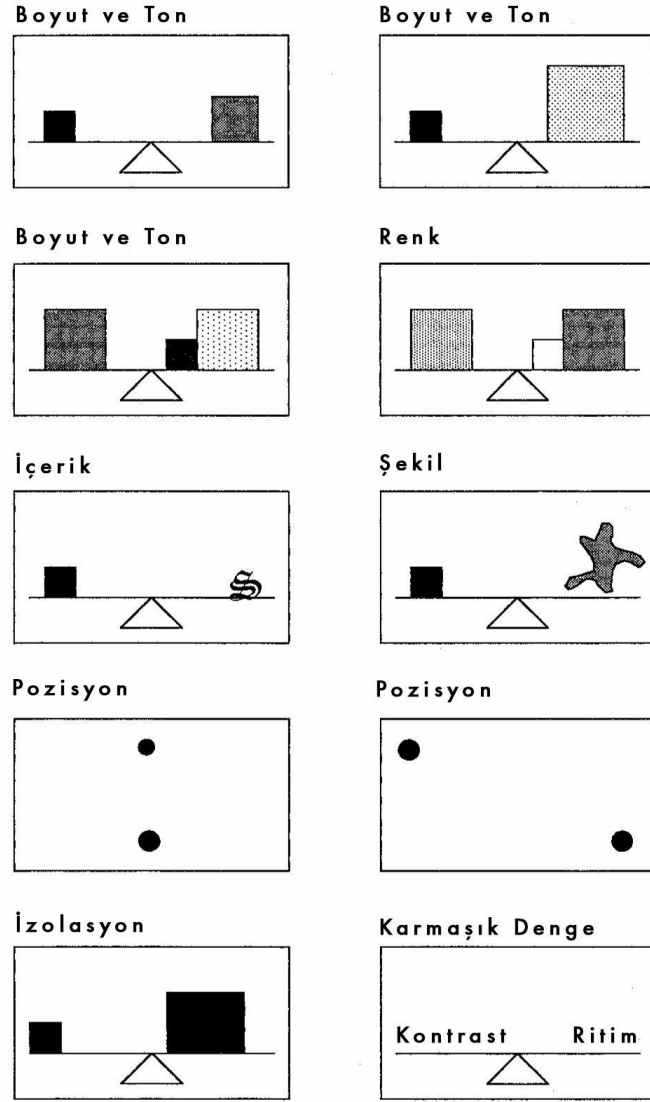
Görsel 1.7. Kontrast şekillerin iç ve dış sınırlarının tanımlanmasını sağlar (Klee vd., 1969, s. 48)

Kontrast sadece yüzeye ait veya resimsel bir özellik değildir. Üç boyutlu şekillerin bir araya geliş biçimleri de kontrast üretmektedir. Arnheim'a göre bir çocuğun kâğıt üzerine koyduğu aralarında 90 derece olan iki çizgiden oluşan çarpı işareti en temel kontrast ögesidir ve bu iki çizgiye 90 derece açıyla gelen üçüncü bir çizgi kompozisyonu üç boyuta taşımaktadır (Görsel 1.8.). Arnheim bu eylemi iki boyutta gerçekleştirilen her şekilsel kompozisyonundan farklı olarak değerlendirmiştir. Maksimum kontrasta sahip üç çizgiden oluşan bu üç boyutlu yapıya eklenmek istenen her yeni öge, çaprazlık, şekiller arası etkileşim, bükülme, kıvrılma gibi yeni soyut biçimsel öğeler tanımlayacaktır. Bu örneğe göre kontrast kavramı heykel sanatının yapısal olarak temellerini göstermektedir (Arnheim, 1974, s. 107).



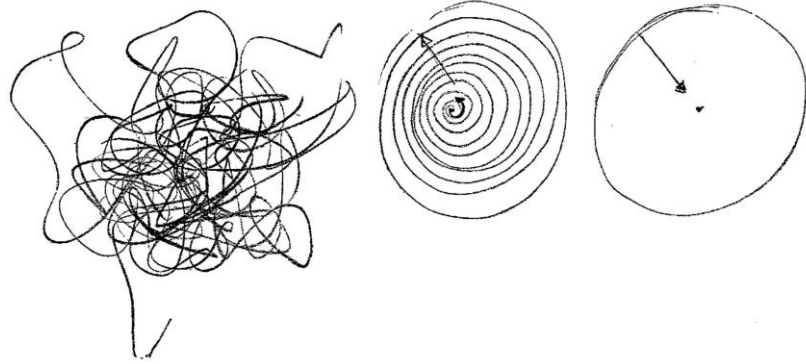
Görsel 1.8. Şekillerin maksimum kontrasta sahip olarak eklenmesi ile gelişen üç boyutlu biçimler
(Arnheim, 1974, s. 107)

Denge tüm görsel sanatlarda kullanılan biçimsel bir ögedir. Bir fizikçiye göre denge, kapalı bir sistemdeki potansiyel enerjilerin en düşük konuma geçmesidir. Görsel sanatlarda ise iki veya daha fazla öğenin karşılıklı ilişkilerinin yarattıkları gerilimleri nötrleyecek bir biçimde bir arada bulunmasıdır (Görsel 1.9.). Bir heykelin fiziksel ağırlığının dağılımı da şekilsel kompozisyonu üzerinden oluşan algı da biçimsel olarak denge ögesi içerisinde tanımlanabilmektedir. Dengeli bir kompozisyon içerisindeki tüm biçimsel öğelerin konumları minimum gerilimi sağlama kuralı zorunluluğunda belirlendiği kabul edilir. Ancak bahsi geçen zorunluluk bir fizik yasasına değil sanatçının belirlediği eser içi yasalara ait olacaktır (Arnheim, 1974, s. 11).



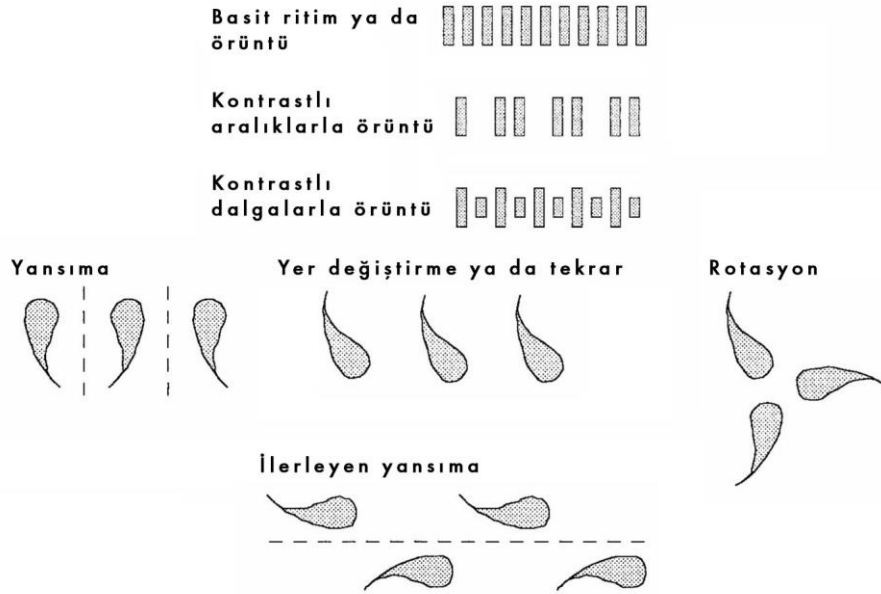
Görsel 1.9. Denge örnekleri (Stebbing, 2004, s. 66)

Bir kompozisyonun dengeli olarak kabul edilmesini sağlayan tek bir kural öne sürülememektedir. Kapalı bir kompozisyonu kendi içerisinde dengeli tutacak öğeler yapısal olarak farklı temellere sahip olabilmektedir. Klee'nin aşağıdaki örneğinde evrenin yapısına dair verdiği üç adet dengeli biçimde farklı karmaşıklık düzeyleri görülmektedir (Görsel 1.10.). Bu örneğe göre dengeliliğin sadece eserin içeriğine bakılarak anlaşılması mümkün değildir ve biçimsel elemanların bir özelliği olduğu kabul edilmektedir.



Görsel 1.10. Farklı Denge türleri: kaotik yapı, kozmik sarmal yapı ve gelişmiş kozmik yapı (Klee vd., 1969)

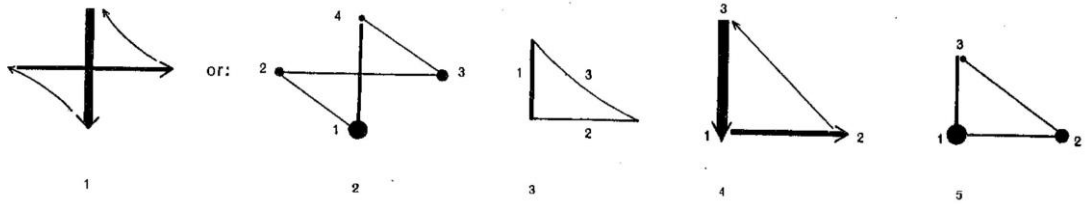
Ritim kontrast yaratan bir öğenin birden fazla tekrar etmesi ile oluşturduğu ilişkiler olarak tanımlanabilmektedir (Görsel 1.11.). Ritim görsel sanatların matematiksel yapılar üzerinden tanımlanmaya en uygun ögesidir, yapılan tekrar hareketi, aritmetik bir fonksiyona veya temel geometrik işlemlere uygunluğu üzerinden değerlendirilebilmektedir.



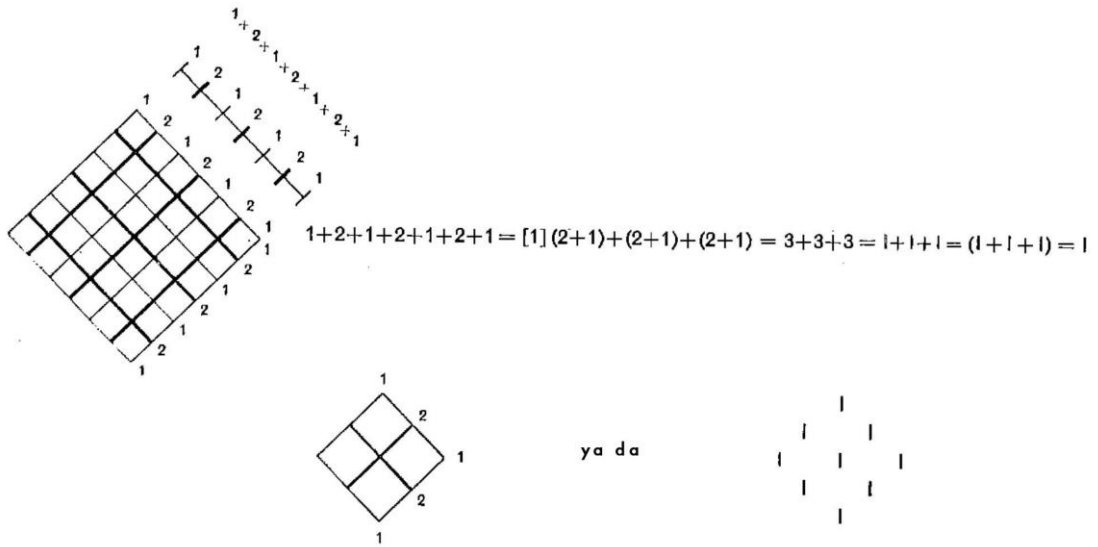
Görsel 1.11. Ritim örnekleri (Stebbing, 2004, s. 65)

Müzikte ritmin algılanması görsel sanatlara göre daha güçlü bir yer tutmaktadır, tek boyutta çizgisel olarak ilerleyen zamanın aritmetik aralıklara bölünmesi notaların

algılanmasının temelini oluşturur (Görsel 1.12.). Aynı temel, görsel sanatlarda iki veya üç boyutlu bir geometrik yapıda görülmektedir. Matematiksel olarak tanımlanmış bir uzay soyut heykel eserlerinin biçimsel olarak algılandığı temele işaret etmektedir. Bu durumda eserin biçimsel öğelerinde kullanılan her farklı ritim, eserin içerisinde bulunduğu uzaya dair farklı bir matematiksel tanıma dayandığı söylenebilecektir (Görsel 1.13.).



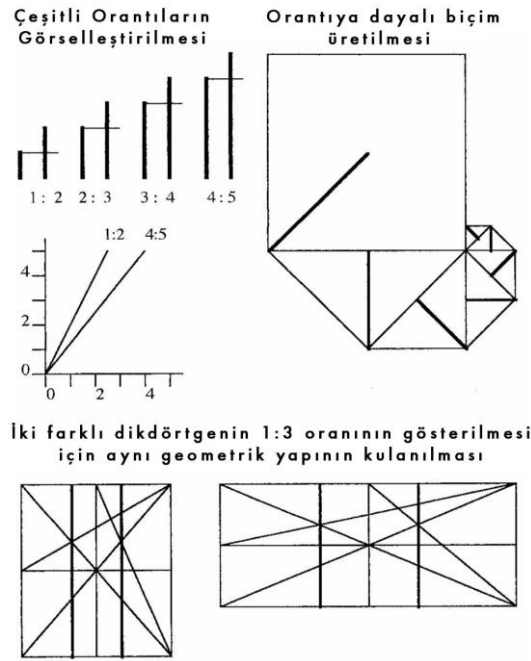
Görsel 1.12. Paul Klee'nin müzik ölçülerini görselleştirme çalışmaları (Klee vd., 1969, s. 160)



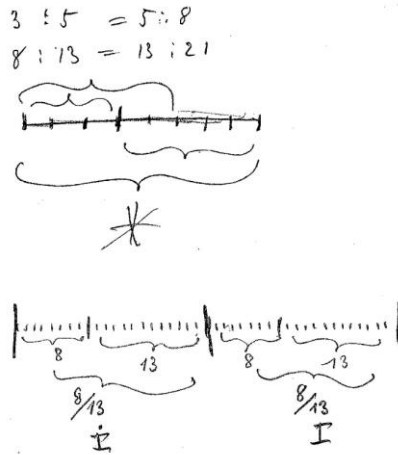
Görsel 1.13. Paul Klee'nin aritmetik ritimleri geometrik bir düzlemde görselleştirme çalışmaları (Klee vd., 1969, s. 136)

Orantı, bir tasarımda farklı ölçülerde tekrar tekrar kullanılan iki veya daha fazla kontrast öğesi üzerine ölçümler olarak tanımlanabilir. Bir araya gelen tüm cisimler

arasındaki ilişkilerde orantı söz konusudur, fiziksel niceliklerinin yanı sıra biçimsel etkiler de orantı algısını değiştirmektedir (Görsel 1.14.). Aynı zamanda orantı, denge ve kontrast değerleri oluşturmanın da bir yoludur. Ritim öğesine de matematiksel ilişkiler üzerinden tanımlanabilmesi açısından benzer özellik gösterir ancak birbirinden ayrılan ve tekrar eden şekillerin arasındaki oran farkını vurgulamaktadır (Görsel 1.15.). Orantı öğesi diğer öğelerden farklı olarak şekillerin kendisinden çok matematiksel ilişkilerini işaret ettiği için matematiksel semboller ile gösterilmeye en yatkın öğedir (Klee vd., 1969).



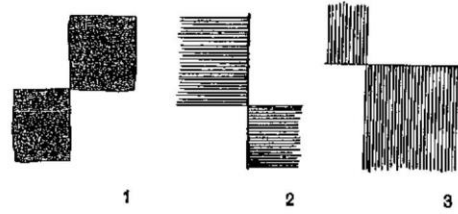
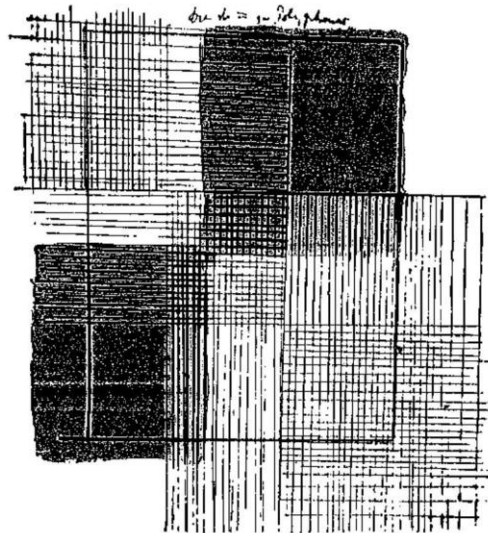
Görsel 1.14. Orantı Örnekleri (Stebbing, 2004, s. 66)



Görsel 1.15. Orantının parça-bütün ilişkisi üzerinden hesaplanması (Klee vd., 1973, s. 172)

Son olarak da Antik Yunan döneminden beri sanatın değerlendirilmesinde kullanılan bir öge olan harmoni ele alınmıştır. Antik Yunan'da bir ideal olarak kabul edilen harmoninin soyut sanat içerisinde tek bir durum veya ölçü ile tanımlaması zordur. Hem Paul Klee hem de Rudolf Anheim'a göre harmoni eserin biçimsel öğelerinin kompozisyon merkezi ile kurduğu ilişkiye bağlıdır. Kompozisyonun merkezi fiziksel ölçülere sahip bir konum olarak değil matematiksel bir nokta olarak kabul edilmiştir. Tüm biçimsel öğelerinin aynı merkezi paylaştığı bir kompozisyon mükemmel bir harmoniye sahip olacaktır, ancak bu kompozisyonda dinamizmin temsil edilmesi mümkün olmayacaktır (Görsel 1.16.). Dolayısıyla bir kompozisyonun biçimsel olarak ifade kapasitesi taşıyabilmesi için matematiksel bir merkez temelinden sapmalar yapılması ile mümkündür. Aynı anda hem harmonik hem de ifade gücü yüksek bir kompozisyonda biçimsel öğeler seçilen merkez noktasından çeşitlilik içeren bir ritimde sapmalar yapılması ile mümkündür. Belirlenen eser-içi kurallara göre biçimsel öğelerin merkeze göre yakınlık ve uzaklıkları ile dinamik bir harmoni oluşturmak mümkündür (Arnheim, 1974, s. 208).

Üç parçalı polifoni



Bağımsız seslerin analizi:

1-Tek renkli ses

2-Teksesin yatay çizgilerle bölünmesi

3-Teksesin dikey çizgilerle bölünmesi

Sentez: Üç Parçalı Polifoni

Görsel 1.16. Klee'nin müziksel terimleri temel alan harmoni çalışması (Klee vd., 1969, s. 154)

Burada Klee, çalışmalarının ve düşüncelerinin temellerini sağlayacak iç görüleri ortaya koymuştur. Bir birlik oluşturmak için bir araya gelen kavramların zıtlığı fikri üzerinde çalışıyordu: hareket ve karşı hareketin kendilerini anlamlı bir uyum içinde düzenlenmesi biçimleri sanatsal anlamda işlevsel hale getirir. Kompozisyondaki her enerji, kuvvetler oyununun üzerinde bir istikrar durumuna ulaştığı tamamlayıcısını istemektedir (Klee vd., 1969, s. 26).

Harmoni zıtlık ilişkilerinde olduğu gibi, ritim gibi bazı öğeler basitleştirilirken diğer öğelerdeki düzensizliğin arttırılması arasında kurulan ilişkiler üzerinden de tanımlanabilmektedir. Bu planlanmış düzenlemelerin yanı sıra her eserin üretilirken çeşitli rastgeleliklerle karşılaşılması da harmonik düzenin her eser için farklı olmasını sağlayan bir araç olarak görülebilir (Stebbing, 2004, s. 65).

Stebbing'in çalışması üzerinden modernist sanatın biçimsel olarak değerlendirilmesinde en çok kullanılan kontrast, denge, ritim, orantı ve harmoni öğelerinin tanımlanmasında karşılaşılan evrensel değerler rastgele veya kültürel sebepler ile ortaya çıkmadığı düşünülmektedir. Farklı zamanlarda ve kültürlerdeki insanların sanat eserlerinin biçimsel değerlendirmesinde ortak sonuçlara varmasının sebebinin insan biyolojisinin evrimleşirken kazandığı bazı özelliklerin sonucu olduğu varsayımı öne sürülmüştür. Bu durumun sanat eserlerinin biçimsel değerlendirilmesindeki matematiksel temele de işaret ettiği söylenebilir. Modern felsefenin başlangıcında dünyanın aritmetik ve geometrik yapılar üzerinden anlaşılmasının insanın dünyayı algılama biçimi olduğu ve başka bir biçimde algılanmasının mümkün olmadığı teorize edilmiştir (Beardsley, 1958; Kostelanetz, 1978).

Görsel estetik değerler, görsel duyumsamaların algılanması ve yorumlanması ile gerçekleştirilebildiği için beyindeki fizyolojik süreçlerle ilişkili olduğu kabul edilmektedir. Genetik yapı ile ilişkilendirilmemiş olsa da tüm insanların paylaştığı belirli biçimsel tercihler olduğu deneyler ile kanıtlanmıştır. Oldukça popüler bir deneyde katılımcılardan bir dizi dikdörtgen arasından en güzel olanın seçilmesi istendiğinde insanların çoğu 1:1.618 oranı olan “altın oranı” taşıyan dikdörtgeni seçtiği görülmüştür. Soyut heykel sanatının biçimsel öğelerinin kurulduğu dayanakların anlaşılabilmesi için görsel algının fizyolojik süreci ve biçimsel tercihler üzerine etkilerini incelenecektir (Machado ve Cardoso, 1998).

1.3. Görsel Algının Fizyolojik Temellerinin İncelenmesi

Biyoloji bilimine göre insanların organik biçimleri tanıyabilme kapasitesinin zamanla estetik algı yeteneğinin evrimleşmesinin temelini oluşturmuş olması mümkündür. Bu kuram bir canlının yapısındaki her işlevin evrimsel öncüllerinin devamı olarak geliştiğini kabul etmektedir (Stebbing, 2004). Bazı evrimsel psikologlara göre insanların estetik algı yeteneği eş seçimi için gelişen özelliklerin yan ürünü olarak ortaya çıkmıştır. İnsandan daha basit sinir sistemlerine sahip hayvanlarda yapılan deneylerde de eş seçimlerinde biçimsel estetiğinin etki olduğunun görülmüş olması bu varsayımı desteklemektedir (Galanter, 2010).

Örneğin, hayvanlarda farklılık yoluyla öğrenme deneylerinde insanlar dışında da biçimsel tercihlerin bulunduğu gözlemlenmiştir. Deneyde bir fareye 1:1 oranlı bir kare ve 3:2 oranlı bir dikdörtgen gösterilmiş ve dikdörtgen tercih edildiğinde ödül verilmiştir. Ancak daha sonra fareye 3:2 oranlı bir dikdörtgen ve 4:1 oranlı daha ince bir dikdörtgen sunulduğunda fare alışmış olduğu dikdörtgen yerine ince olan dikdörtgeni seçmiştir. 4:1 oranlı dikdörtgen şekli daha önce hiç görülmemiş olmasına rağmen fare alıştığı şekli değil kare şeklinden en uzak olan şekli tercih etmiştir. Bu deneyin sonucunda ilginç bir varsayım çıkar, farelerin zihni biçimleri kavramlar olarak algılayabilmektedir. Yani Arnheim'in görsel 1.4.'de belirtilen insanların biçimleri geometrik yapıları ile algıladıkları görüşünün sadece insanların değil başka memelilerin de biçimleri algılama yöntemi olduğu öne sürülebilmektedir. Bu deney biçimsel estetiğin tüm özelliklerini açıklamamakla birlikte sanatın insanlar üzerindeki etkisini açıklamak için önemli bir adım olarak kabul edilebilmektedir. (Ramachandran ve Hirstein, 1999).

Biyolojik evrim süreci içerisinde biçimlerin estetik olarak algılanmasının ortaya çıkışı beynin sınırlı dikkat kapasitesine sahip olduğu kabulüne dayanmaktadır. Sinir sistemi dış dünyadaki şeyler arasından tanımlanması hayatta kalabilmek için gereken şeyleri tercih etmek zorundadır. Görsel algılama sürecinde bazı biçimsel tercihler insanların hayatta kalmasını sağlamış ve sonuç olarak sinir sisteminin çalışma yapısının bir parçası haline gelmiştir. Biçimsel temel sanat öğelerinin dayandığı algısal süreçler bu bağlamda evrimsel süreçlerin dolaylı bir sonucu olarak ele alınabilir (Chatterjee, 2011; Ramachandran ve Hirstein, 1999).

Biçimsel estetik öğelerin beynin yapısıyla ilişkisini inceleyen bir bilim dalı olarak nöroestetik fikrinsel olarak daha eskiye dayandırılrsa da 20.yy'ın sonlarındaki teknolojik

gelişmelerle birlikte daha belirgin sonuçlar üretmeye başlamıştır. Özellikle 1980’lerde görme ve algılamının beyindeki temellerini inceleyen Semir Zeki estetik alanındaki bilimsel araştırmaları farklı bir alana taşımıştır (Onians, 2007).

Zeki’ye göre sinir sisteminin yapısı anlaşılmadan biçimsel estetiğin temellerini net biçimde ortaya koymak mümkün değildir çünkü estetik arayış ve sinir sistemi aynı işleve sahiptir. Her ikisi de dünyadaki görsel öğelerin arasında en önemli biçimlere sahip olanları ayırt etme üzerine çalışmaktadır. Sinir sisteminde nesnenin renk, parlaklık, şekil ve hareket gibi öğeleri tıpkı bir modernist sanat eserinin değerlendirilmesi gibi farklı kategoriler halinde algılanmaktadır. Zeki, sanatçıların görsel dünyadaki önemli biçimsel öğeleri tanımlama çabasının aynı zamanda beynin fonksiyonlarını ve sinir sisteminin yapısının da tanımlanması olarak kabul etmektedir (Chatterjee, 2011).

Görme eylemi beynin anatomik olarak üç farklı bölümünde gerçekleşmektedir ve her bölümün görsel algının farklı bir ögesini tanımladığı görülmüştür. İlk olarak erken görüşte renk, parlaklık, şekil, hareket ve pozisyon ayırt edilmektedir. Orta görüşte algılanan öğeler arasında kompozisyon ilişkileri kurularak anlamlı bir düzen oluşturulmaktadır. Geç görüşte ise tanınan biçimler hafızadan anılarla ilişkilendirilerek anlamlandırılmaktadır. Yapılan deneylerde biçimsel öğelerin erken görüşte, içeriğin ise geç görüşte algılandığı görülmüştür. Sinir sisteminin bu yapısı modernist sanatta ele alınan biçim içerik tartışması ile paralellik göstermektedir ve aralarında bir ilişki olduğu öne sürülebilir. Orta görüşte ise nesnenin biçimsel öğeleri arasındaki ritim, orantı ve denge gibi ilişkiler fark edilmektedir. Kompozisyonda denge ve harmoni gibi kuralların da orta görüş süreciyle ilişkili olduğu öne sürülebilmektedir. Beyinde şekilsel merkezin yanı sıra renk ve hareketi algılayan görsel merkezler de mevcuttur, buna göre sanatçıların estetik etki uyandırmak için şeklin yanı sıra, renk ve hareket öğelerini tercih ettiği varsayılabilir (Chatterjee, 2011; Ramachandran ve Hirstein, 1999).

Yapılan deneylerin sonucunda beyinde estetik duyumsama halini uyaran sekiz adet durum görülmüştür. Bu sekiz durum sanatın yapısını açıklamamakla birlikte biçimsel sanat kurallarının sinir bilimsel temelleri olarak öne sürülebilir.

Birinci durum biçimsel niteliklerin abartılmasıdır (peak shift effect). Soyut sanatın başlangıcında örnekleri görülen soyutlama ve deformasyon işlemleri bu etki ile açıklanabilmektedir. Nesnenin şekilsel veya nitelik özelliklerinin gerçeğinden daha güçlü

olarak sunulması, beyindeki ilgili bölümleri daha güçlü uyarmakta ve izleyicide etki oluşturmaktadır. Bilinen en eski heykellerden biri olan “Willendorf Venüsü”nün kadınsal beden karakteristiklerini abartılı olarak vermesi de beyindeki bu durum ile açıklanabilir. Aynı durum hayvanlarda da görülmektedir. Hayvanların eş seçiminde kullanılan gaga boyu, tüylerin veya pulların parlak renge sahip olması gibi özelliklerin abartılı olarak sunulduğu maketlerin gerçek bir hayvana benzemediği halde deneklerin tercihi olduğu görülmüştür. İkinci durum, bu abartılı özelliğin diğer özellikler “normal” halde iken sunulmasıdır. Bu sayede izleyici etki gücü yüksek öğeyi diğer öğeler tarafından dikkati dağıtılmadan algılayabilmektedir. Üçüncü durum algısal gruplama olarak adlandırılmıştır. İzlenen nesnenin ve çevresinin arasında kurulan ilişkilerin, izleyici üzerinde etki uyandırmasını tanımlamaktadır. İzleyicinin, izlenen nesnenin içerisindeki ve çevresindeki biçimsel öğeler arasında yakınlık ve benzerlik ilişkilerinin farkına varması, nesnenin tanımlanmasından farklı bir sinirsel sistemi uyardığı için estetik duyumsamayı arttıracaktır. Dördüncü durum da üçüncü durumdaki benzerlik ilişkilerinin tanımlanmasının tam tersidir. Nesnenin biçimsel öğeleri ve çevresi arasında kontrast özelliği oluşturmaları, sinir sisteminin çözümleyebilmesi için enerji harcanmasını gerektirmektedir. Bu nedenle öğeler arası yüksek kontrast ilişkisi izleyicinin dikkatini bu bölgelere daha uzun vermesine sebep olmaktadır. Beşinci durum, izleyicinin çözmesi gereken algısal problemler sunulmasıdır. Örneğin modernist soyut sanat içeriğinin açıkça anlatıldığı bir eser, izleyicinin yorumuna bırakılmış veya çözmesi gereken bir algı bilmecesi içerisine saklanmış bir içerikten genel olarak daha az estetik kabul edilmektedir. Sinir sisteminin görsel bir sorunu çözmek için çaba göstermesi evrimsel nedenleri olduğu varsayılmaktadır. Sık verilen bir örnekte, çalılarının içerisinde bir aslan olup olmadığını anlamak için karmaşık görselleri çözümleyen antik insanların hayatta kalma şansının daha yüksek olduğu söylenir. Altıncı durum, izlenen nesnenin biçimsel özelliklerinin “fazla” uyumlu olmasının rahatsız edici olmasıdır. Temel sanat öğelerinden harmoni örneğinde olduğu gibi tüm biçimsel öğeleri uyum içerisinde olan bir kompozisyon canlılık ve dinamizm özellikleri yansıtmamaktadır. Canlılığın ve doğanın kuralları üzerinde bir düzenlilik gösteren biçimsel öğeler yabancı olarak görülmekte ve “rahatsız edici” olarak değerlendirilmektedir. Yedinci durumun sanatta metafor kullanımını açıkladığı düşünülmektedir. Görsel olarak birbirine benzemeyen öğeler arasında benzerlik ilişkilerinin fark edilmesi beyinde bir uyaran yaratmaktadır. Sekizinci durum biçimsel simetri arayışıdır. Bu durumun varlığı da evrimsel sebeplerle

açıklanmaktadır. Hayvanlarda yapılan deneylerde simetrik özelliklere sahip bireylerin daha az hastalığa sahip olduğu ve bu sebeple eş seçiminde tercih edildiği öne sürülmüştür (Ramachandran ve Hirstein, 1999, s. 57–58).

Burada belirtilmiş olan özellikler insanların estetik tercihlerini biyolojik ve evrimsel temelleri üzerinden incelemiş olsa da modernist soyut sanatın tamamını açıklamak için yetersizdir. Burada verilen kuralların tam zıttı gözetilerek yapılmış bir modernist sanat eseri bulmak zor olmayacaktır. Soyut sanat eserleri incelenirken her eserin dayandığı kendi kurallarının bulunup bunların değerlendirilmesi gereklidir. Yine de Stebbing'in üst analizinde bulduğu en sık kullanılan beş temel sanat ögesi ve sinir sisteminin görsel duyuları yorumlarken kullandığı sistemler bilimsel analizlerin soyut sanatın yorumlanmasında bir araç olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Sanatsal biçimleri analiz etmek için yapılan bilimsel araştırmalar ve bulguları, soyut sanatın tarihsel olarak taşıdığı bilimsel yaklaşım temeli göz önüne alındığında şaşırtıcı olmamalıdır. 20.yy'da soyut sanatın açıklanabilmesi için atılan en sıra dışı adımlardan biri de bilimsel araştırmaların dayanağı olarak kabul edilen matematik biliminden gelmiştir. Matematik, soyut sanatın içerisinde sıklıkla biçimsel veya içeriksel olarak yer almış olsa da sanatsal kompozisyonun kendisini açıklamak için matematiğin kullanımı sıra dışı bir yöntem olarak görülebilir. Ancak 21.yy'daki teknolojik gelişmeler ile birlikte 20.yy'ın başında ortaya atılan matematiksel sanat analizlerinin önerdiğinden daha karmaşık sonuçlar elde edilebilmektedir.

İKİNCİ BÖLÜM

2. SANAT ESERİNİN SAYISAL ÇÖZÜMÜ ÜZERİNE BİR İNCELEME

2.1. Enformatik Estetiğin Temellerinin İncelenmesi

Rudolf Arnheim'ın örneklerinde görüldüğü gibi, görsel sanatlar bağlamında yapılmış olan psikolojik değerlendirme çalışmaları fazla genellenmiş çözümler sunmaktadır. Görsel sanatların bilimsel olarak çözümlenmesi için kullanılan araçlar ise genellikle kuramsal çerçeveler çizmeye ve bir kompozisyondaki güzelliği ölçmeye çalışmışlardır. Fakat bilimsel araçlarla yapılan ölçümlerin en önemli katkılarından biri, sanat eserinin ölçülebilir bir bilgi taşıdığı ve bu bilginin sayısal olarak analiz edilebileceği olmuştur (Marsden, 2019).

Sanat eserinin biçimsel öğelerinin değerlendirilmesi yönünde sayısal analiz yöntemleri 20.yy'ın ilk yarısında geliştirilmeye başlanmıştır. Bu yöntemler sibernetik kuram ile başlayıp, karmaşıklık ve fraktallar gibi ileri matematiksel kuramları içerir. Bu kuramları kullanan araştırmacılar, Baumgarten'den beri gelen sanatta “ölçülebilir sabit değerler” idealini matematik üzerinden gerçekleştirmeyi amaçlamışlardır. Enformasyon estetiği kuramına göre estetik bir nesne olan sanat eserini diğer nesnelerden ayıran bazı objektif değerler taşınmalıdır. Bu objektif değerlerin tüm sanat eserleri için ölçülebilir olduğu gösterilebilirse sanat eserlerinin genel bir özelliği olduğu kabul edilebilecektir.

Enformasyon estetiği 1960'larda Avrupa'da ortaya çıkan ve sanatın bilimsel bir tanımının yapılabilceğini öne süren bir estetik kuramıdır. Bu kuramın ortaya çıktığı iki merkez vardır, bunlardan birincisi Stuttgart Üniversitesinde felsefe ve fizik alanlarında profesör olarak çalışan Max Bense, diğeri ise Strasbourg Üniversitesinde psikoloji ve fizik alanlarında profesör olan Abraham Moles'dür. Bu iki çalışmacının da fizik ve matematik alanlarındaki formasyonları sanat olgusunu bilimsel olarak açıklamaya yönlendirmiştir. Enformasyon estetiği kuramında istatistiksel matematiğin soyut sanat eserin biçimsel estetik değerinin ölçümünde kullanılabileceği savunulmuştur. Sanat eseri iç içe geçmiş ve birçok farklı açıdan yorumlanabilecek biçimsel öğeler ve bu öğelerin en küçük parçalarına dek inen alt öğelerinin bir araya gelmesi ile tanımlanabilmektedir. Bu şekilde eseri oluşturan en küçük öğeler geometrik ve aritmetik değerler olarak ele

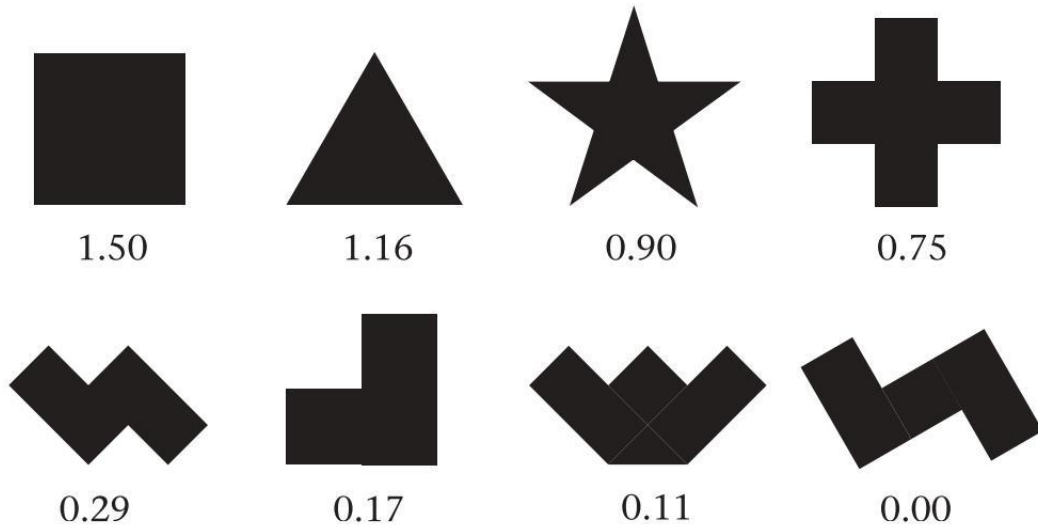
alınabilmekte ve sanat eseri hesaplanabilir bir enformasyon olarak incelenebilmektedir (Nake, 2012b).

1960’larda Enformasyon estetiğini kullanarak üretim yapan ilk sanatçılardan biri olan Frieder Nake’e göre Enformasyon estetiğinin üç dayanağı olduğu kabul edilebilir. Birinci dayanak, gözlemlenen nesnenin estetik değere sahip olabileceğidir. Sanat eserlerinin estetik nesneler olduğu genel kabulünden dolayı bu dayanak anlamsız gözükebilecek olsa da burada önemli olan estetik değerin izleyiciden değil eserdeki nesnel ve ölçülebilir niteliklerden kaynaklandığının varsayılmasıdır. İkinci dayanak, sanat eserinin bir enformasyon taşıdığı kabulüdür. Bu enformasyon eserin biçimsel öğeleri tarafından oluşturulur ve eserin maddesel özelliklerine ait olmadığı varsayılır. Nesnenin estetik olarak anlaşılabilirdiği biçimsel özelliklerin bilgi olarak kümelenmesi şeklinde de tanımlanabilir. Eserden algılanan estetik enformasyon sayısal değer taşır ve istatistiksel matematik ile hesaplanabilmektedir. Üçüncü dayanak ise estetik enformasyonun hesaplanması ile biçimlerin sanatsal değerinin ölçülebileceği görüşüdür. Sanat eserinin hesaplanmasına yönelik ilk formül varsayımları 1930’larda ortaya konmuştur. Bu formüle göre eserden alınan estetik enformasyonun tümü ile bu enformasyon içerisinde izleyicinin algıladığı kompozisyon öğelerinin oranı sanatsal değeri ortaya koymaktadır. 20.yy içerisinde ilk formül üzerine çeşitli varyasyonlar yapılmış ve ya farklı formüller öne sürülmüştür. Bu formüllerin matematiksel yapıları bu tez içerisinde ele alınmamakla birlikte soyut heykel eserlerinin sayısal çözümlenmesinin tarihsel dayanakların anlaşılabilmesi için sanatsal bağlamda açıklanacaklardır (Nake, 2012b, s. 66–67).

Sanat eserlerinin estetik olarak ölçümü için kullanılan ilk formül George Birkhoff’un 1933’de yazdığı “Estetik Ölçüm” kitabında sunulmuştur. Birkhoff’un kendisi enformasyon estetiğini tanımlamamış olsa da ortaya koyduğu formül bir temel niteliğindedir. Bu formül kısaca verilen bir nesnedeki estetik etki M’nin karmaşıklık katsayısı C (complexity) ile düzen katsayısı O (order) arasındaki oran ile ölçülebileceğini öne sürmüştür, böylece Birkhoff’un formülü $M=O/C$ olarak yazılmaktadır. Burada C katsayısı nesnedeki karmaşık halde bulunan öğelerin algılanması için harcanan efor, O katsayısı bu karmaşık öğeler içerisinde algılanan harmoni, denge, orantı ilişkilerinin fark edilmesi ile sağlanan rahatlama, M ise eserin algılanması için harcanan toplam efor için algılanan düzen ilişkisidir. Birkhoff bu formülün estetik değerlendirmede “çeşitlilik

içerisinde düzen” olarak da tanımlanan harmoni ögesini açıkladığını düşünmüştür (Birkhoff, 1933; Rigau vd., 2008, s. 25).

Birkhoff formülünü geliştirirken öncelikle basit çokgenler ve seramik eserlerini temel almıştır. Böylece basit logolar, ritmik özellik gösteren karo kompozisyonları, müzik ve şiirlerin ölçümü üzerine örnekler sunmuştur (Görsel 2.1.). Ancak her sanat kategorisi için $M=O/C$ formülünün elemanları farklı açılımlar göstermektedir (Ramachandran ve Hirstein, 1999).

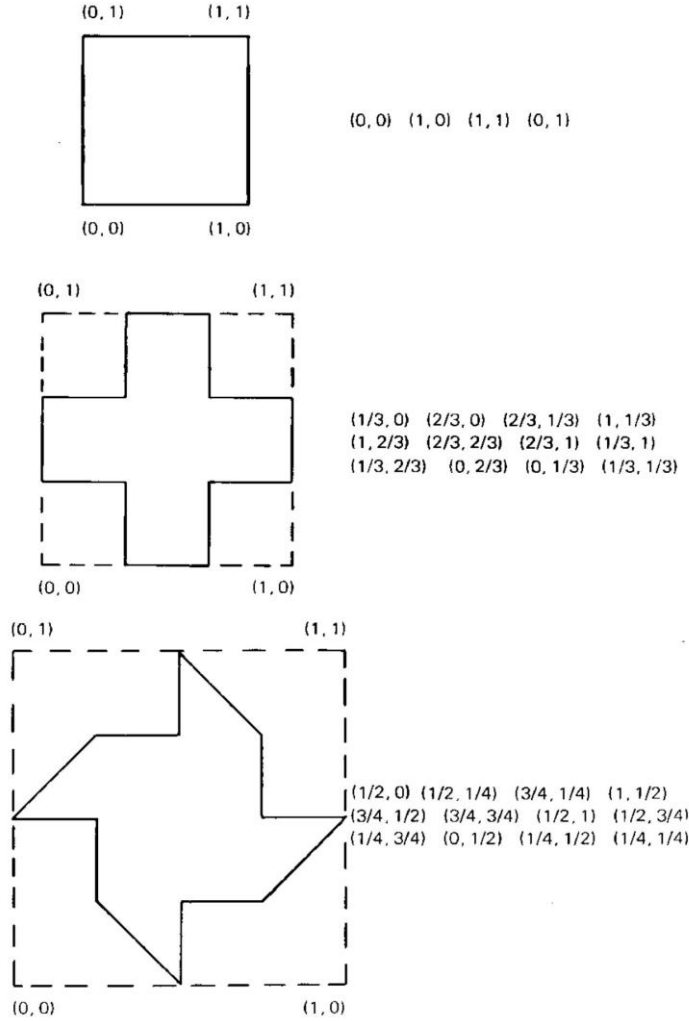


Görsel 2.1. Birkhoff'un $M = O/C$ formülüne göre bazı şekillerin değerleri (Stiny, 2006, s. 11)

Görsel 2.1’de verilen sonuçlara varmak için $M=O/C$ ’nin çokgenleri tanımlayan alt versiyonu kullanılmaktadır. Her farklı biçim, onu oluşturan geometrik işlemlerin sayılması ile hesaplanmıştır. Burada çokgenler için düzen $O = V + E + R + HV - F$ olarak ele alınır. V yatay simetri, E denge, R rotasyonel simetri, HV yataylık-dikeylik oranı ve F 0 veya 180 dereceye yakın açılar yarattığı düzensizliğin elenmesi için kullanılan genel negatif katsayıdır. C karmaşıklığı ise çokgenin kenarlarını tanımlayan doğruların sayısıdır (Stiny ve Gips, 1978, s. 154–161).

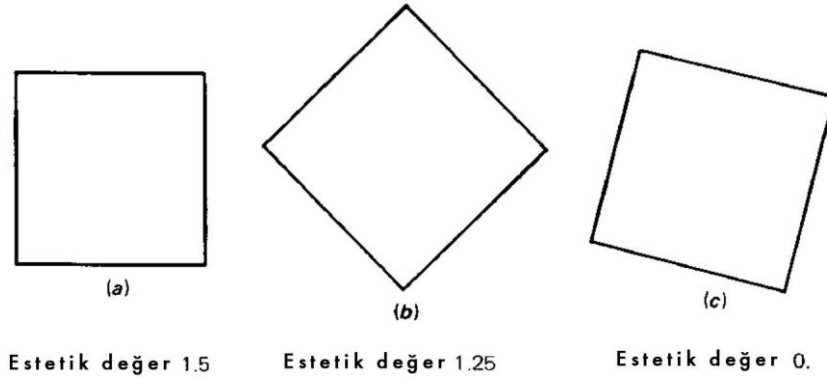
Görsel 2.2’de verilen çokgenlerin sayısal olarak hesaplandığı bir örnek görülmektedir. Birkhoff’un formülündeki problemler ele alınacak olursa öncelikle izleyicinin esere dair algısı bu hesaba etki etmediği görülmektedir. O ve C sayıları her nesne için farklı alt formüllere dayandırılrsa da bu formüllerin bilimsel bir dayanağı

sunulmamıştır (Görsel 2.2.). “Verilen karmaşık formüller matematiksel ve objektif görünse de ölçümler yapılırken aslında öznel kararlar verilmesi gerekmektedir” (Galanter, 2012, s. 274–275).



Görsel 2.2. Çokgenlerin sayısal olarak çözümlenme örneği (Stiny ve Gips, 1978, s. 159)

Görsel 2.3.’de düz duran bir kare biçiminin farklı açılarda duran karelere göre daha yüksek estetik sonuç verdiği görülmektedir. Buna göre izleyici için dinamik değer taşıyan bazı öğelerin Birkhoff hesabında doğru sonuç veremediği söylenebilir. Birkhoff’un hesaplamasına göre “düz” biçimlerin yüksek estetik sonuç üretmesi aynı zamanda Paul Klee’nin mükemmel harmoni dinamizme sahip olmadığı için donuk bir kompozisyon sunar yorumunu hatırlatmaktadır (Görsel 2.3.).



Görsel 2.3. Birkhoff Formülünün farklı açılarda duran karelerde verdiği sonuçlar (Stiny ve Gips, 1978, s. 162)

Genel olarak formülün bu haliyle soyut heykel eserlerindeki biçimsel öğelerin karmaşıklığını açıklamak için yeterli olmadığı görülmektedir. Ele alınan biçimlerde izleyici için etkili olan değişimlerin bazıları aynı M estetik katsayısına sahiptir. Yine de enformatik estetik kuramındaki sanata dair daha kapsayıcı hesaplar bu formül üzerinde gerçekleştirilen değişim ve gelişimler üzerine oturmaktadır (Stiny, 2006, s. 10–11) Birkhoff'un formülündeki bir başka eksiklik de C karmaşıklığının genel bir psikolojik öğe olarak ele alınması ve bilimsel olarak tanımlanmamış olmasıdır. Düzen oranı O da toplam karmaşıklığın azalması olarak tanımlandığı için aslında O ve C katsayılarının bilimsel bir dayanağı olmadığı öne sürülebilmektedir (Galanter, 2016, s. 156).

Claude Shannon tarafından geliştirilen enformasyon teorisi bu problemin çözümünde önemli bir adım olmuştur. 1948 yılında yazdığı “İletişimin Matematiksel Kuramı” kitabında iletişimde taşınan enformasyonun kapasitesi üzerine ölçümler yapmış ve bir iletişim ne kadar fazla “sürpriz” ögesi taşırsa o kadar yüksek enformasyon taşıdığını kanıtlamıştır (Shannon ve Weaver, 1949). Shannon'un enformasyon kuramı, Birkhoff'un estetik kuramından tamamen bağımsız ve sanatsal bir temele dayanmadan geliştirilmiştir. Aslen 2. Dünya Savaşında Amerika'nın hava savunma kapasitesini inceleyen bu kurum düşman pilotların uçaksavar ateşinden kaçmak için yapacağı manevraları ön görüp buna göre savunma bataryalarını yönlendiren sibernetik bir sistem kurmayı amaçlamıştır (Dreher, 2014).

Shannon enformasyon kuramı temel olarak karmaşık bir ortamda kısıtlı bir kapasite içerisinde maksimum enformasyonun iletilmesine dayanmaktadır. Enformasyon miktarının iletilen sürpriz öğelerinin sıklığı ile doğru orantılı olduğu kabul edilir. Buna göre veri alışverişinde hiçbir şaşırtıcı öğe ile karşılaşılmazsa bu iletişim enformasyon taşımayacaktır. Enformasyon değeri ise alınan tüm veri içerisinde karşılaşılan sürpriz öğelerinin sıklığı ile oranlanarak bulunmaktadır. Bu oranı bulmak için Shannon fizik biliminde nesnelerin taşıdığı enerjiyi ölçmek için de kullanılan entropi formülünü kullanmıştır. Entropi kısaca, fizik biliminde bir sistemi oluşturan elemanların düzen ve karmaşıklık durumunun gösterilmesi olarak tanımlanabilir. Shannon enformasyon kuramında entropi kavramının fizik bilimi dışındaki sistemler ve öğelerinin değerlendirilebileceğini ortaya koymuştur (Marsden, 2019).

Enformasyon teorisine göre bir iletişimdeki enformasyon oranının nasıl ölçüldüğünü açıklamak için gündelik dilden örnek verilebilir. Örneğin bir SMS mesajı 160 karakter taşıyabilmektedir, 160 kere arka arkaya aynı harf yazılırsa toplam karakter sayısı fazla olduğu halde “Nbr” gibi üç karakter içeren bir mesajdan daha düşük enformasyon taşıyacaktır (Galanter, 2016).

Shannon’a göre bir mesajda arka arkaya yazılmış 20 adet A karakteri olan “AAAAAAAAAAAAAAAAAAAA” hiç sürpriz öğesi ve dolayısıyla hiç enformasyon taşımamaktadır. Gündelik dilde yazılan “JENERATİFHEYKELSANAT” karakterleri ise 20 karakter içerisinde sunulmaktadır ancak bu karakterler arasında kelimeler anlaşılabilirliği için en az üç birim enformasyon sunduğu öne sürülebilir. Bu örnekte enformasyon oranının artırılması için daha az karakter ile aynı sayıda enformasyon taşınabilir. “JNRTFHEYKLSNT” şeklinde yapılan bir sıkıştırmada, gerekli olmayan karakterlerin çıkartılması ile yukarıda verilen örnekteki gibi üç birim enformasyon taşırken sadece 13 karakter kullanılmıştır, dolayısıyla daha yüksek enformasyon oranına sahiptir. Buradaki önemli bir ayrıntı Shannon’un enformasyon kuramında enformasyonun taşıdığı içeriğin dikkate alınmamasıdır. Eğer 20 karakterlik kapasite “ARABAMSANDIKADIYAMAN” karakterleri ile doldurulursa hala üç birim enformasyon taşıdığı halde okuyucu için içerik açısından anlam ifade etmemektedir, sadece verilen bir iletişim kapasitesi içerisindeki enformasyon miktarı ölçülmektedir. Aynı şekilde “YGHNSKTYAQNTEUNVMSJG” karakterleri hiçbir düzene sahip değildir yani en yüksek derecede sürpriz öğesi taşımaktadır, bu sebeple kısaltması

mümkün değildir. Rastgelelik ile oluşturulan bu karakter dizisi dolayısıyla Shannon'a göre en yüksek enformasyonu taşıyacaktır (Galanter, 2003).

Enformasyon estetiği teorisinin devrimsel niteliği Birkhoff ve Shannon kuramlarını birleştirerek eserin estetik değerini sayısal olarak ölçülebilir olduğunun öne sürülmüş olmasıdır. Max Bense ve Abraham Moles, Birkhoff'un formülünde tam olarak tanımlanmamış olan O ve C katsayılarını, eserden alınan toplam veri ve bu veri içerisinde fark edilen biçimsel öğelerle açıklamışlardır. Shannon'un kuramı Birkhoff'un formülü bağlamında ele alındığında, izleyicinin eserden aldığı tüm biçim verileri C karmaşıklığına, tüm biçim verileri arasında algılanan düzenlilik ilişkileri ise O düzenine denk düşmektedir. Buna göre izleyici eserdeki tüm biçimsel verilerin arasından maksimum düzen ilişkisi kurabilmesi eserden alınan estetik duyum olarak ifade edilebilir. Burada konulması gereken önemli bir ayrım eserden alınan enformasyonun sadece iletişim kapasitesi olduğu ve eserin içeriksel anlamının dahil edilmemesidir (Dreher, 2014).

Bense ve Moles'ün enformasyon estetiği farklı sanat yorumları üzerine kuruludur. Bense'nin estetik değeri, eserin anlaşılması için gereken toplam çaba C'nin, eserdeki biçimsel öğelerin fark edilmesi ile oranı olan O ile bölünmesi ile ($M=O/C$) ölçülmektedir. Buna göre ne kadar az veri içerisinde ne kadar çok öğe fark edilirse eser o kadar yüksek estetik değer taşıyacaktır. Ancak Moles O ve C değerlerinin çarpımının ($M=O \cdot C$) estetik değeri verdiğini öne sürmüştür. Moles'a göre hem toplam çaba hem de fark edilen biçimsel öğelerin fazlalığı eseri daha estetik kılmaktadır (Dreher, 2014; Marsden, 2019).

Bense sanat eserinin iki fazda var olan bir nesne olduğunu öne sürmüştür. Birinci faz sanatçının eseri üretmesi, ikinci faz ise değerlendirmesidir. Birinci fazda eserin sadece üretilen bir nesne olduğu, ikinci fazda ise değerlendirilirken estetik özelliği kazandığını kabul etmektedir. Buna göre sanat eserinin üretilmesi, sanatçının yapma ve değerlendirme fazları arasında gidip gelmesi sürecidir. Bu fazlar teorik olarak birbirinden ayrı görünse de gerçekte iç içe geçmiş süreçlerdir. Sanatçı eserini üretirken hem kendi eserini hem de içerisinde bulunduğu kültürü sürekli olarak değerlendirmektedir. Bense'e göre sanat eserinin kültürel öğelerden bağımsız ve objektif değerlere sahip olabilmesi için sanatçıdan bağımsız bir süreç ile üretilmiş olması gerekmektedir. Bense'nin sanatçıyı sanattan uzaklaştıran bu görüşü sıra dışı olsa da amacının modernist soyut sanatın pozitivist temelleri ile uyumlu olduğunu belirtmek gereklidir. Bense'ye göre ancak kültür

öğelerinden arınmış ve sadece biçimsel kurallar ile üretilmiş soyut sanat eseri tamamen evrensel bir estetik değer taşıyabilecektir (Nake, 2012b, s. 67).

Moles ise sanat üzerine çalışmalarında matematiği psikolojik bulgular ile birleştirmiştir. Eserlerin taşıdığı estetik enformasyon ölçümlerini “sıkıcı” ve “yeni” değerleri arasında bir skalaya yerleştirmiştir. Aynı zamanda sanat eseri üzerine yapılan ölçümlerin bir araya gelerek daha üst bir uzamda değerlendirilebileceğini savunmuştur. Örneğin bir müzik aletinin ses tonu sayılabilir bir değer olarak tek boyutlu bir çizgide çıkardığı ses volümü ise bir diğer çizgide gösterilebilir. Bu iki ölçü bir arada değerlendirildiğinde iki boyutlu bir düzlem üzerinde gösterilebilecektir. Eğer iki müzik aleti bu ölçüler ile değerlendirilir ise sonuç dört boyutlu bir matematiksel uzam üzerinde gösterilebilir olacaktır (Galanter, 2016).

Max Bense’nin enformasyon estetiğine göre, anlaması kolay sanat eserleri karmaşık olanlara göre daha yüksek estetik ölçüme sahip olacaktır. O halde Birkhoff’da görülen en basit biçimlerin en yüksek estetik değer vermesi problemi burada da görülmektedir. Moles’ün estetik değeri düzen ve karmaşıklık çarpımı ($M=O \cdot C$) olarak ele alması bu sorunun çözümü için atılan bir adımdır. Buna göre eğer bir eser düşük karmaşıklık ve yüksek düzen taşımaktaysa O ve C çarpımı yine düşük estetik değer getirecektir. Moles’e göre bir eserin yüksek estetik ölçüsüne sahip olması için taşıdığı sürpriz veya tahmin edilemez öğelerinde fazla olması gerekmektedir (Machado ve Cardoso, 1998; Marsden, 2019).

Shannon’un kuramında tekrar eden öğelerin düşük, düzensiz dizilmiş öğelerin ise yüksek enformasyon taşıdığı kabul edilmesi sanat eserlerinin değerlendirilmesinde problematik görünmektedir. İnsanların bazı sanat eserlerini “fazla karışık” olduğu için estetik bulmadıkları yaygın bir söylemdir. Moles’ün yorumuna göre ise görsel 2.4.’de belirtilen skalanın iki ucundaki eserler düşük estetik değer taşımaktadır. Eserden alınan toplam enformasyon olan sürpriz öğelerin miktarı düşük ve düzen ilişkileri yüksek ise izleyici eseri kolaylıkla tahmin edecek ve “sıkıcı” bulacaktır. Diğer taraftan eser fazla sürpriz öğesi taşıyor ve içerisinde bir düzen ilişkisi fark edilemiyor ise “karmaşık” olduğu için estetik değer taşımayacaktır (Görsel 2.4.). Buna göre en yüksek estetik değerler, karmaşıklık skalasının ortalarında yer alan eserlere ait olacaktır (Nake, 2012b, s. 68).

metotların kabul edilmesinde bilimsel bir dayanak olmasa bile verdikleri sonuçlar objektiftir (Nake, 2012b, s. 67–68).

Sanat eserinin değerlendirilmesi kişisel yargıya dolayısıyla kültürel, tarihsel ve psikolojik sebeplere bağlıdır. Moles'e göre kişisel yargılar objektif bir ölçüm aracı olarak kullanılamaz. Tıpkı Bense gibi, Moles de objektif bir değerlendirme için matematiksel ölçüler belirlenmesi gerektiğini belirtmiştir.

Moles'e göre İnsan kültürünün göstergesi, insanın dünyayı gittikçe daha çok sayıda boyutlar dizisine sokmasını sağlayan kesinliktir; hassasiyet tutkusuna yol açan şey, ölçmenin hâkimiyetidir. Moles'e göre fizikçiler bu tutkuya ilk kapılan kişiler olarak bize ölçmenin ve kesinliğin iyi olduğunu savunmuşlar ve bu düşüncelerini bir ideolojiye dönüştürmüşlerdir. Bu ideolojiye göre kesinlik iyi ve bunun karşısı olan belirsiz, kaba ve kötüdür. Bu durumda belirsiz yalnızca belirliliğin karşısı değil, üstelik kötüdür. Çünkü belirli olmak iyidir ve dolayısı ile belirsiz olan tüm şeyler düşünceye layık değildir (Bakan, 2016, s. 1).

Bense ve Moles, Shannon'un enformasyon teorisini kullanarak sanat eseri üzerinde kendi estetik görüşlerini ölçebildikleri sistemler oluşturmuşlardır. Bense ve Moles'ün çalışmaları öğrencileri tarafından rafine edilmeye devam etmiş ve $M=O/C$ yerine daha ayrıntılı formüller öne sürülmüştür. Bu araştırmaların ilham kaynağı fizik bilimindeki entropi formülünün sanat eserinden alınan enformasyon ölçümünde de kullanılabileceğinin fark edilmesi olarak kabul edilir.

Enformasyon estetiği genel olarak eserdeki karmaşıklık ve düzen değerleri arasındaki ilişkilerinin hesaplanarak rakamsal bir sonuç elde edilmesi üzerine dayalıdır. Burada da örneği görüldüğü üzere farklı araştırmacılar bu değerlere kendi estetik görüşlerine göre farklı anlamlar yüklemiştir. Yine de kullanılan formüllerdeki karmaşıklık değeri üzerine yapılan yorumların modernist soyut sanat eserlerinde görülen biçimsel çeşitlilik ile karşılaştırıldığında sağduyuya dayanarak uyumlu bir tanımlı yapıldığını söylemek zor olacaktır. 20.yy'da karmaşıklık kuramlarında da gelişmeler yaşanmış ve yeni karmaşıklık tanımları ile soyut sanat eserleri üzerine yeni sayısal çözümler elde edilebilmiştir.

2.2. Karmaşıklık Kuramlarının İncelenmesi

Karmaşıklık kuramları verilen bir sistem içerisindeki öğelerin izlediği kuralları ve ilişkiler ağını çözümler ve sistemin işleyiş biçimini açıklamayı amaçlar. Karmaşıklık

kuramı dendiği zaman bir sistemin anlaşılamayacak derecede karışık olduğu anlamına gelmemektedir. Karmaşık sistemler çok sayıdaki ögenin diğer öğelerle ilişki içerisinde olduğu ve dışarıdan yönlendirilmeden organize olabilen sistemlerdir. Sistem tamamen bozulmadığı sürece sistem içerisindeki öğeler dinamizmini devam ettirir ve bazen dışarıdan gelen etkilere göre değişerek adaptasyon gösterebilirler. Basit neden sonuç ilişkileri içerisinde açıklanamayan, hava durumu, beyindeki sinir ağları, borsalar ve evrimsel adaptasyonlar gibi sistemler karmaşık sistem olarak tanımlanmakta ve karmaşıklık kuramları ile analiz edilmektedirler (Galanter, 2003).

Örneğin bir kasırganın belirmesi birçok hava durumu ögesinin bir araya gelmesine bağlıdır ve 21.yy’da dahi uzun vadeli tahminlerin yapılamayacağı kadar yüksek bir karmaşıklık taşımaktadırlar. Aynı şekilde bir açık sistem olan bir adada, ada dışından gelen bir hayvan o sistemdeki bazı canlıların yok olmasına sebep olabilir veya kendisi de adanın koşullarına adapte olarak sisteme katılabilir. Bu tarz karmaşık sistemlerdeki enformasyon miktarının ölçülmesi için kullanılan ilk yöntem 1963’de Andrey Kolmogorov tarafından geliştirilen “algoritmik karmaşıklık” veya “algoritmik enformasyon içeriği” kuramıdır. Kolmogorov kuramında da Shannon’un enformasyon kuramındaki sürpriz kavramı dayanak alınmıştır (Galanter, 2003; Marsden, 2019, s. 6; Stiny ve Gips, 1978, s. 109).

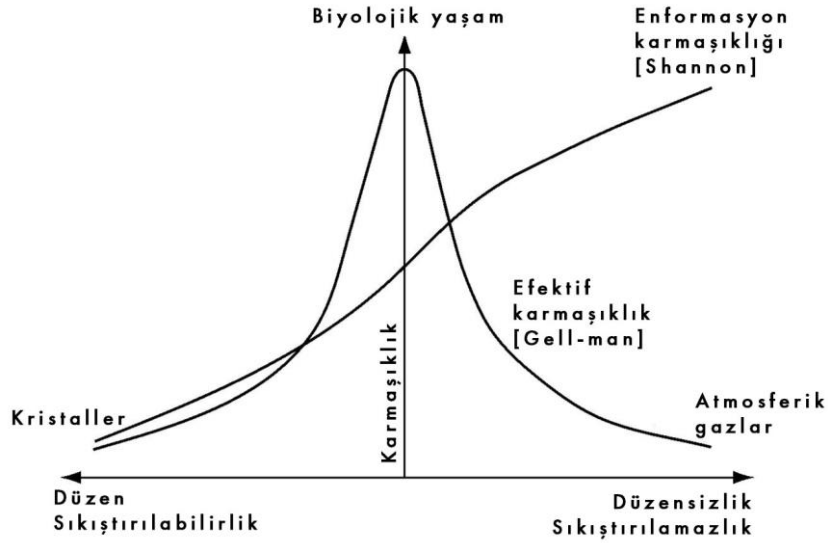
Clive Bell’in sanat eserlerinin estetik değerinin ancak ölçülebilen biçimsel öğelerden kaynaklanabileceği görüşü bilimsel ve pozitivist dünya görüşünü yansıtmaktadır. Bu bakışa göre nesnel bir olgu olan sanat eseri en küçük biçimsel parçalarına indirgenmekte ve aralarındaki ilişkileri izleyiciye sunmaktadır. Ancak eserin taşıdığı tüm biçimsel öğelerin izleyici tarafından kavrandığını iddia etmek mümkün değildir. İzleyici, eserdeki tüm biçimsel öğeler arasından ancak en belirgin olanlarını fark edebilecektir (Bell, 1914). Biçimsel eleştiri yöntemindeki bütünden parçaya gidişi, karmaşıklık bilimi parçadan bütüne gidiş olarak yeniden yorumlamaktadır. Buna göre göre bir sanat eseri de biçimsel öğeleri arasındaki ilişkilerden meydana gelen bir sistem olarak kabul edilebilmektedir (Galanter, 2016, s. 162).

Moles ve Bense çalışmalarında eserdeki biçimsel öğeler arasındaki düzen ilişkilerini (O değeri) basitlik, eserdeki biçimsel öğeler arasındaki rastgelelikleri ise karmaşıklık (C değeri) olarak kabul etmiştir. Ancak önceki bölümlerde de görüldüğü üzere Shannon’a dayalı enformasyon teorisinin edebiyat ve müzik gibi lineer ilerleyen

sanatları açıklamadaki uygunluk görsel sanatlardaki biçimsel öğelerin karmaşıklığında görülememektedir.

Murray Gell-Man tarafından 1996’da ortaya konan “efektif karmaşıklık” görsel sanatların sayısal olarak çözümlenmesinde daha uygun bir kuramdır. Efektif karmaşıklığın ölçülmesi için bir sistem iki algoritmada ele alınır. Birinci algoritma sistemdeki düzenli yapıları ikinci algoritma ise rastgelelikleri ölçmektedir. Efektif karmaşıklık ise ilk algoritmanın sıkıştırılabilirlik kapasitesine oranlıdır. Örnek vermek gerekirse, sürekli olarak çevresindeki doğayı çözümlenmekte bir canlı, rastgele gerçekleşen rüzgâr sesi gibi olayları göz ardı ederken yapısal düzen gösteren olayları ise soyutlama ve genellemeler ile öğrenmektedir. Kolaylıkla soyutlanan olaylar basit, genellenmesi güç olaylar ise karmaşık değer taşıyacaktır (Galanter, 2010).

Görsel 2.6.’da verilen karşılaştırma Shannon’un enformasyon kuramının dünyadaki olguları açıklamakta yaşadığı problemi göstermektedir. Örneğin kristaller düzenli moleküler bağlar kuran ve düzgün yüzeylere sahip sistemler olarak görülebilir. Bir kristale bakıldığında, tüm diğer kristallere benzeyen basit bir biçim algılanacaktır. Bir gaz bulutu ise moleküler seviyede düzenli bir ilişkiye sahip değildir ve sürekli rastgele hareket halindedir. Ancak bir gazın dağılması da gözlemlendiğinde basit bir hareket olarak algılanacaktır. Dünyadaki en karmaşık sistemlerin canlılar olduğu sağduyuya dayanarak iddia edilebilir. Canlılık hem neden sonuç ilişkileri temelinde gerçekleşen hem de rastgele olaylar sonucunda değişimler gösteren bir olgu olarak en yüksek efektif karmaşıklığa sahiptir (Görsel 2.6.). Gell-Man kuramının tanımına göre canlılar en yüksek enformasyon değerine sahipken, Shannon’a göre atmosferdeki gazların hareketi canlılardan daha fazla enformasyon taşımaktadır (Galanter, 2016, s. 157).



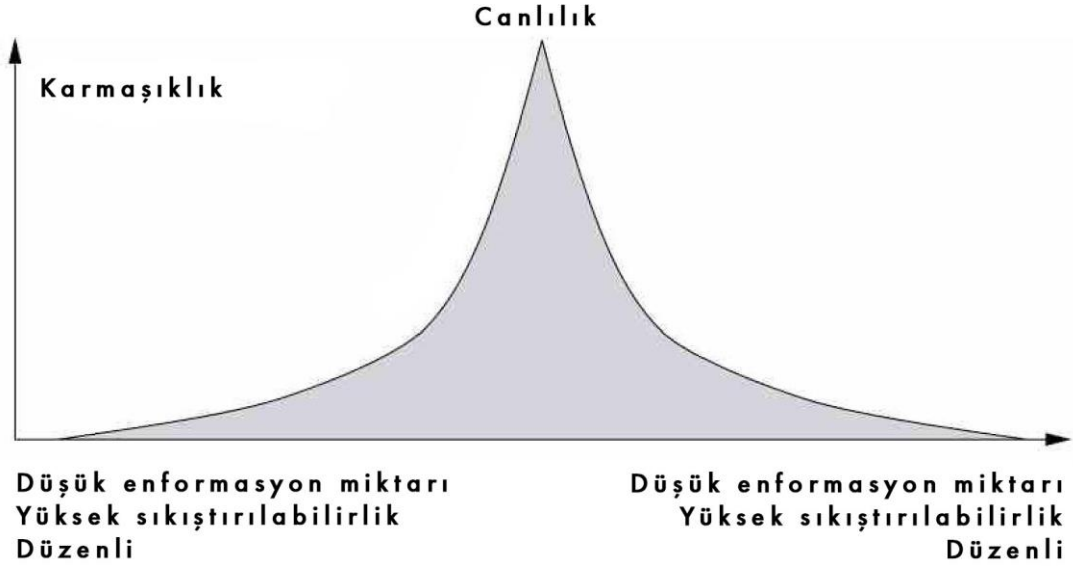
Görsel 2.6. Shannon'un kuramında enformasyon miktarı ile Gell-Man'ın kuramındaki efektif enformasyonun karşılaştırılması (Galanter, 2016, s. 158)

Gell-Man'ın efektif enformasyon kuramı, karmaşıklığı hem bilimsel hem de gündelik bağlamda daha iyi tanımlamaktadır. Efektif karmaşıklık, Shannon gibi bir nesnenin en kısa şekilde betimlenmesine değil, nesnedeki düzenliliklerin en kısa şekilde tanımlanmasına dayanır. Böylece, neredeyse tamamen rastgele, neredeyse hiçbir düzenlilik ilişkisi taşımayan bir şeyin efektif karmaşıklığı sıfıra yakın ölçülecektir. Aynı şekilde hiç değişmeden tekrar eden öğeler de sıfıra yakın efektif karmaşıklık değeri taşımaktadır. Efektif karmaşıklık, tamamen düzenli ve tamamen düzensiz skalasının arasında en yüksek değerlere sahiptir (Galanter, 2003, s. 11).

Örnek vermek gerekirse boş bir tuvale tamamen rastgele siyah noktalar konulduğunda Shannon kuramı bu tabloyu yüksek enformasyona sahip kabul etmektedir. Ancak Gell-Man kuramına göre tamamen rastgele siyah noktalar izleyicide bir farkındalık yaratmayacağı için düşük enformasyon ölçüsü sağlayacaktır. Modernist soyut sanatta doğadaki kuralların pozitivist bir bakış ile fark edilip, bu kurallara göre eserlerin üretildiği görülmüştür. İnsanların ürettiği sanat eserlerinde de doğadaki canlılık özelliklerine sahip olup olunmadığının gösterilmesi açısından efektif karmaşıklık uyumlu bir araç olarak karşımıza çıkmaktadır.

Karmaşıklık kuramına göre sanat eserleri üç kategoride incelenebilir. Yüksek düzen kurallarına göre yapılan eserler düşük efektif karmaşıklık içerdiği için izleyicide basitlik izlenimi uyandıracak ve Görsel 2.7'deki grafiğin en solunda yer alacaklardır. Tam tersi olarak rastgeleliğe dayalı üretilen eserler yüksek enformasyon içerdikleri halde yine

basitlik izlenimi uyandıracak ve grafiğin sağında yer alacaklardır. Bunların arasındaki kategoride yüksek efektif karmaşıklık içeren eserleri kapsayacak ve grafiğin ortasında yer alacaktır (Görsel 2.7).



Görsel 2.7. Gell-Man'ın karmaşıklık kuramına göre en yüksek efektif karmaşıklığa canlılık sahiptir (Galanter, 2003, s. 12)

Düzensizliği yüksek ve efektif karmaşıklığı basit eserlere dair örnekler 20.yy'dan önce de görülmekle birlikte matematiksel rastgeleliğin sanatta biçimsel bir araç olarak kullanılmasının modern sanatın bilimsel temelleri ile ilişkili olduğu söylenebilir. 18.yy'da Mozart 176 adet küçük beste hazırlamış ve bunları her konserden önce attığı zarlara göre yeniden düzenleyerek sürekli değişen kompozisyonlar kurmuştur. Buradaki işlemin John Cage'in 4'33" eserindeki süre zarfında sessizlik sağlayarak sadece gündelik seslerin rastgeleliğinden meydana gelen bir kompozisyon üretmesi ile benzer bir mantığa sahip olduğu görülmektedir. Görsel sanatlarda ise Jean Arp'ın yırtıp yere attığı renkli kağıtları kullanarak yaptığı resimler ve sürrealistlerin buluntu nesnelerle yaptıkları kolajlar örnek gösterilebilir (Bayraktar, 2017; Galanter, 2016; Schwanauer ve Levitt, 1993)

Arp Dada'nın anlamsızlık için üretildiğini ancak anlamsız olmadığını söylemiştir. Arp'a göre Dada doğa kadar anlamsızdır ve tıpkı doğa gibi sınırsız algıdan sınırlı anlamlar çıkarmayı amaçlar. Yani doğa kadar sınırsız veya doğa kadar anlamsız bir sanat üretimidir (Krauss vd., 2004, s. 149).

Jean Arp'ın üretimindeki rastgelelik doğada var olan nesnelerin niteliğini eserlerine taşıma amacıyla kullanılmıştır. Arp için doğadaki karmaşa ve düzen ilişkilerinin basitçe anlaşılabilmesi bir estetik duyumsama kaynağı olmuştur (Görsel 2.8). Aynı karmaşıklık niteliğinin sanatta kullanılması ile sanatın da doğa gibi estetik bir değer taşıyacağı varsayılmıştır. Ayrıca Arp'ın sözleri ile eserlerinde karmaşıklık olguları kullanan sanatçıların hepsinin aynı amaçları taşımadığı da görülmektedir. Arp doğada var olan metafiziksel bir özellik olarak karmaşıklığı ele alırken, John Cage'in karmaşıklık öğeleri kullanması Zen Budizmi ile olan ilişkisine dayanmaktadır.



Görsel 2.8. Jean Arp, “Gövde, Göbek Deliği”, Ahşap, 1915 (Krauss vd., 2004, s. 120)

Ayrıca Dadaistler rastgeleliği genel bir sanat üretme aracı olarak kabul etmişlerdir. Tristan Tzara'nın “Nasıl Dada Şiiri Yazılır” adlı metni rastgeleliğin kurallı bir sistem içerisinde nasıl kullanılabildiğinin bir örneğidir.

Bir Dada şiiri yazmak için: Bir gazete alın. Bir makas alın. Şiirinizin olmasını istediğiniz uzunlukta bir yazı seçin. Yazıyı kesip çıkarın. Sonra dikkatlice yazıdaki her kelimeyi kesip çıkararak bir torbaya koyun. Torbayı kibarca sallayın. Sonra kestiğiniz her parçayı bir bir

çıkarın. Torbadan çıktıkları sıraya göre kelimeleri dikkatlice yazın. Şiir size benzeyecektir. Ve siz de sonsuz orijinalliğe ve büyüleyici duyarlılıklara sahip, ancak kitlelerin anlamadığı bir yazar olacaksınız (Krauss vd., 2004, s. 154).

Yüksek düzen ilişkileri ve basit efektif karmaşıklık taşıyan eserlere verilecek örneklerin sayısı çok daha fazladır. Görsel sanatlarda kullanılan tüm ritmik öğeler, duvar süslemeleri ve karolar yüksek düzen içeren basit karmaşıklığa sahip eserler olarak görülebilir. Verilebilecek en ilginç örneklerden biri de M.Ö. 75000 yılında kırmızı çamura kazınarak yapılan bir süslemedir (Görsel 2.9.). Bu nesnenin taşıdığı biçimsel ritimden ötürü efektif karmaşıklık kuramı ile ölçülebilecek en eski eserlerden biri olduğu söylenebilir.

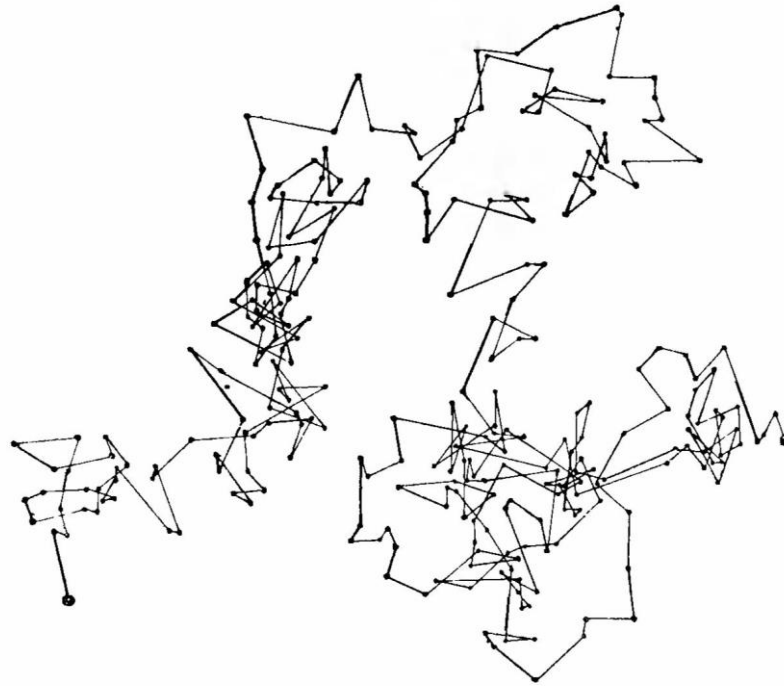


Görsel 2.9. M.Ö. 75,000'de yapılmış yüksek düzenliliğe sahip sanat eseri (Galanter, 2016, s. 159).

Yüksek efektif karmaşıklık ise düzen ve düzensizlik skalasının ortasında yer almaktadır ve özellikle modernist soyut sanat eserlerinin çoğunlukla bulunduğu kategoriye ifade etmektedir. Görsel 2.6. ve 2.7. karşılaştırıldığında yüksek efektif karmaşıklık içeren eserlerin doğadaki biçimsel kurallara paralellik taşıyan biçimsel kurallar ile üretildiği varsayılabilir. Doğadaki karmaşık biçimleri tanımlayan farklı matematiksel karmaşıklık kavramları vardır. Bunların incelenmesi hem doğada hem de sanat eserlerinde ortak olarak bulunan bazı biçimsel öğelerin nasıl sayısallaştırıldığını gösterecektir.

Doğadaki karmaşık sistemleri açıklayan birçok matematiksel formül bulunmaktadır ancak bu bölüm içerisinde sadece soyut sanatın sayısal olarak çözümlenmesinde

kullanılan bazı formüller ele alınacaktır. Bunlardan ilki olan fraktallar, görsel sanatlar bağlamında bir nesnenin parçalarında bütününe biçimine ait öğelerin gözlemlenebilmesi olarak tanımlanabilir (Görsel 2.10.). Tarihsel olarak ilk defa 17.yy’da Leibniz tarafından tanımlanmış olsalar da en yaygın bilindiği biçimiyle Benoit Mandelbrot tarafından 1980’de üretilen Mandelbrot Kümeleri ile tanınırlar (Mandelbrot, 1982; Taylor vd., 2011).



Görsel 2.10. Brown hareketi yapan fraktal çizgiler (Mandelbrot, 1982, s. 26)

Doğada gelişen biçimler, geometrik şekillerin ilişkisi ile tanımlanmak için fazla karmaşıktır ancak karmaşıklığı açıklayabilen formülleriyle fraktallar keşfedildiğinden beri kıyı şeritlerinden kar tanelerine kadar doğadaki birçok biçimsel özelliğin analizinde kullanılmıştır (Tablo 2.1.).

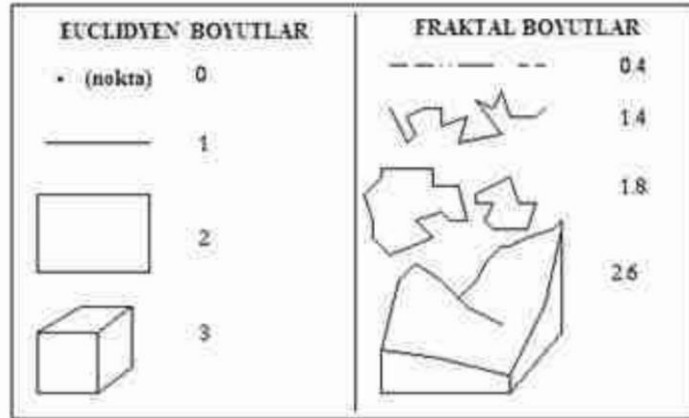
Tablo 2.1. Doğada bulunan fraktalların D katsayıları (Taylor vd., 2011, s. 3)

Doğadaki Örüntü	Fraktal Boyutu	Kaynak
Kıyı şeritleri	1.05 – 1.52	Mandelbrot 1982, Feder 1988
Galaksiler (modellenmiş)	1.23	Mandelbrot 1982
Yumuşak malzemelerdeki çatlaklar	1.25	Louis vd. 1986

Tablo 2.2. (Devam) Doğada bulunan fraktalların D katsayıları

Jeotermal kaya örüntüleri	1.25 – 1.55	Cambel 1933
Odunsu bitkiler ve ağaçlar	1.28 – 1.90	Morse vd. 1985
Dalgalar	1.3	Werner 1999
Bulutlar	1.30 – 1.33	Lovejoy 1982
Deniz anemonu	1.6	Burrough 1981
Yumuşak olmayan malzemelerdeki çatlaklar	1.68	Skjeltorp 1988
Kartaneleri (modellenmiş)	1.7	Nittmann ve Stanley 1993
Retinadaki kan damarları	1.7	Family vd. 1989
Bakteri büyüme örüntüsü	1.7	Matsushita ve Fukiwara 1993
Elektriksel boşalmalar	1.75	Niemayer vd. 1984
Mineral örüntüleri	1.78	Chopard vd. 1991

Mandelbrot'un fraktallar üzerinde yaptığı önemli bir katkı da fraktalların karmaşıklık oranının ölçülebildiği D (boyut) katsayısını bulmuş olmasıdır. D katsayısı bir fraktalın yaptığı hareketin hangi boyutlarda gerçekleşeceğini göstermektedir (Görsel 2.11.). Öklidyen boyutlar 1, 2, 3 gibi rakamlara sahipken fraktal boyutlar, bu rakamların arasındaki ondalık değerlerde yer alan boyutları temsil etmektedir.



Görsel 2.11. Öklidyen ve fraktal boyutlar (Uysal, 2019, s. 34)

Fraktal D boyutu 1 olan bir çizgi tamamen düz iken D boyutu 2 olan bir fraktal içinde bulunduğu düzlemi tamamen kaplayan karmaşık yapılar ortaya koyacaktır. Bu sebeple fraktalların D boyutları 1 ve 2 arasında ele alınmaktadır (Görsel 2.12.) (Taylor vd., 2011).

YÜZEY $D=7/3$ SINIRLAR $D=4/3$



YÜZEY $D=5/2$ SINIRLAR $D=3/2$

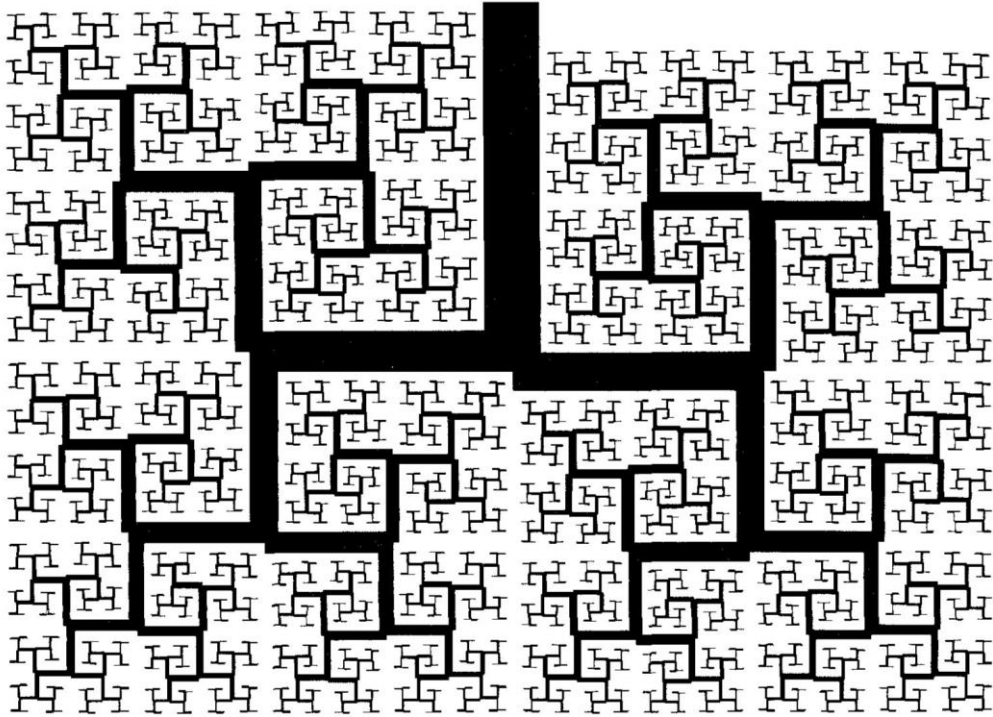


Görsel 2.12. $D1.3$ (üstte) ve $D1.5$ (altta) katsayısına sahip fraktallar ile haritalama (Mandelbrot, 1982, s. 280)

Fraktallar üzerine önemli çalışmalarından biri de Aristid Lindenmayer tarafından ortaya konulan, özellikle bitkilerin büyüme sürecini matematiksel olarak açıklayan L-sistemleridir. L-sistemleri ile bitkilerin biçimlerinin matematiksel olarak açıklanabilmesi sanat eserlerinde de bitkilerden ilham alınarak kullanılan biçimlerin sayısal olarak çözümlenebilmesine olanak vermektedir (Görsel 2.13 ve 2.14.) (Lindenmayer, 1968; Prusinkiewicz ve Hanan, 1989).



Görsel 2.13. L-Sistemleri ile yapılmış ağaç çizimleri (Dündar, 2019, s. 120)



Görsel 2.14. L-Sistemlerinin doğayı soyutlamada kullanımı (Mandelbrot, 1982, s. 178)

Enformasyon estetiği kuramları Bense ve Moles tarafından ilk defa ortaya konulduğunda büyük bir ilgi toplamış olsa da gerçek bir soyut sanat eserini analiz edebilecek olgunluğa sahip değillerdi. 20.yy.'içerisinde ise matematik ve teknoloji alanında görülen gelişmeler, sanatsal soyut biçimlerin sayısal olarak ölçülebilmesine olanak sağlayacak temeli sunmuştur.

2.3. Sanat Eserlerinin Sayısal Çözümlemesi Örnekleri

Sadece rastgeleliğe dayalı olduğu düşünülen sanat eserleri, karmaşıklık kuramları üzerinden incelendiğinde eser üzerine yeni yorum olanakları sağlayan bulgular edinilmiştir. Sanat eserlerinin sayısal olarak çözümlemesi için öncelikle her eserin üretildiği kurallar ve kuramsal çerçeve tanımlanmalıdır. Bu çalışmalar önceden sadece sanatsal sezgiler ile tanımlanmış üretim yöntemlerine dair sayısal değerler ortaya koymayı amaçlamıştır.

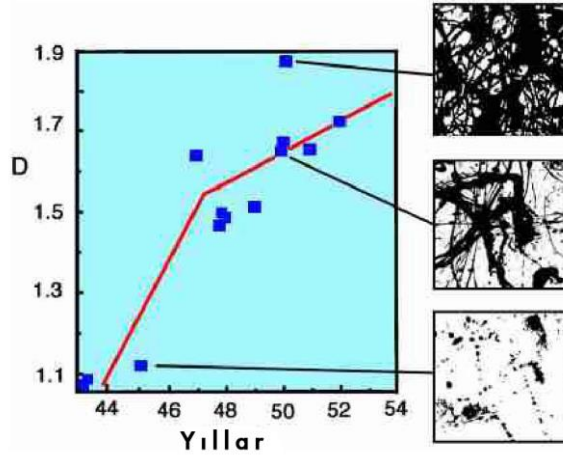
2.3.1. Jackson Pollock'un soyut dışavurumcu resimlerinin fraktal matematik yoluyla çözümlemesi

Soyut sanat eserleri üzerine sayısal çözümlemelerin gerçekleştirildiği en önemlilerinden biri Taylor'ın 2012'de Jackson Pollock'un üzerine yaptığı matematiksel çözümlemelerdir. Taylor'a göre 1940'ların sonlarından itibaren Pollock soyut dışavurumcu resimlerini tamamen fraktal biçimler üzerine geliştirmiştir. Pollock'un resimlerinin yıllar içerisindeki değişimi fraktallar üzerinden incelendiğinde eserlerin D katsayısı eserlerin gelişimine paralel bir yükselme göstermektedir. Mandelbrot'un D katsayısını keşfinin, bu resimlerden 25 yıl kadar sonra gerçekleştiği göz önüne alınırsa, Pollock'un içgüdüsel olarak doğadaki fraktal kuralları fark edip bu kuralları eserlerine aktardığını varsaymak yanlış olmayacaktır (Ramachandran ve Hirstein, 1999).

Pollock'un resimleri birbirilerinden renkleri ile ayrılmış damlatma katmanlarından oluşmaktadır. Taylor çalışmasında her katmanı birbirinden ayırmış ve fraktal değerlerini hesaplamıştır. Bu hesaplamada her katmanın fraktal katsayı taşıdığı ve katmanlar arasındaki katsayıların ilişkili olduğu görülmüştür. Alt katmanlardaki koyu renkler düşük D değerine sahip ile üst katmanlardaki açık renkler daha yüksek D değerine sahiptir. Bu katmanların birleştiği zaman oluşan fraktal yapı en yüksek D değerine sahip katmana eşit

olduğu görülmüştür. Bu bulgulardan ötürü Taylor, Pollock'un bilinçli olarak yüksek D değerine sahip fraktal biçimler üretmeyi amaçladığını varsaymıştır (Taylor vd., 2011).

Pollock'un tekniğinin on yıl içerisindeki gelişme süreci de görsel 2.13'de verilmiştir. 1943-1945 arasındaki erken dönem çalışmalarında düşük D değerleri elde edilmişken, 1945-1948 yılları arasında D değerinin hızla 1.5'e yükseldiği görülmektedir. 1948 sonrasında D değeri ani bir değişme olmadan 1.7'ye yükselmiştir. Bu dönemde yaptığı bir denemede D 1.89'a ulaşmış olsa da Pollock daha sonraki çalışmalarında tekrar 1.7'ye inmiştir (Görsel 2.15.) (Taylor vd., 2011).



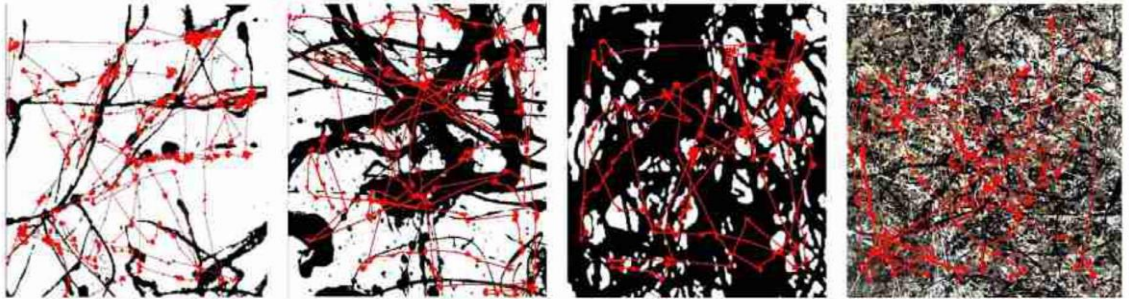
Görsel 2.15. 1943-1953 yılları arasında yapılmış Pollock resimlerinin yıllara göre taşıdığı D değerleri (noktalar) ve ortalama artışı (çizgi) (Taylor vd., 2011, s. 4)

Bu durumda araştırmacıların karşısına neden D 1.5 ile 1.7 arasındaki değerlerin tercih edildiği sorusu çıkmıştır. Bu soruya cevap aramak için Taylor ve ekibi 220 kişiden çeşitli D değerine sahip fraktallar ve doğa görüntüleri arasında seçim yaptıkları bir deney gerçekleştirmiştir. Fraktal resimler üretilirken görsel 2.13.'de gösterilen karmaşık hareketlerle Pollock'un damlatma tekniğini taklit eden bir fraktal çizim aracı kullanılmıştır (Görsel 2.16.). Deney sonucunda katılımcıların genel tercihlerinin 1.3 ve 1.5 D değerleri çevresinde toplandığı bulgusuna ulaşmıştır. Bu bulgular üzerine yapılan ikinci bir deneyde ise izleyicilerin Jackson Pollock eserlerine bakarken gözlerinin yaptığı hareket takip edilmiştir. Deneye katılan tüm izleyicilerin gözlerinin baktıkları eserin karmaşıklığı olan D değerinden bağımsız olarak D 1.5 değerine sahip fraktal hareketler yaptığı görülmüştür (Görsel 2.17.). Sonuç olarak D 1.3-1.5 arası değerlerin tercih edilme

sebebi olarak ise doğadaki biçimlerin D değerlerinin etkili olduğu ve insanların evrimleşme sürecinde doğal biçimleri daha iyi fark edebilmek için belirli D değerlerine yöneldiği varsayılmıştır (Taylor vd., 2011).



Görsel 2.16. Pollock çalışmalarını taklit etmek için üretilen fraktal çizme makinası (solda) ve bu makinayla üretilen fraktal (sağ alt) ve fraktal olmayan (sağ üst) (Taylor vd., 2011, s. 6)



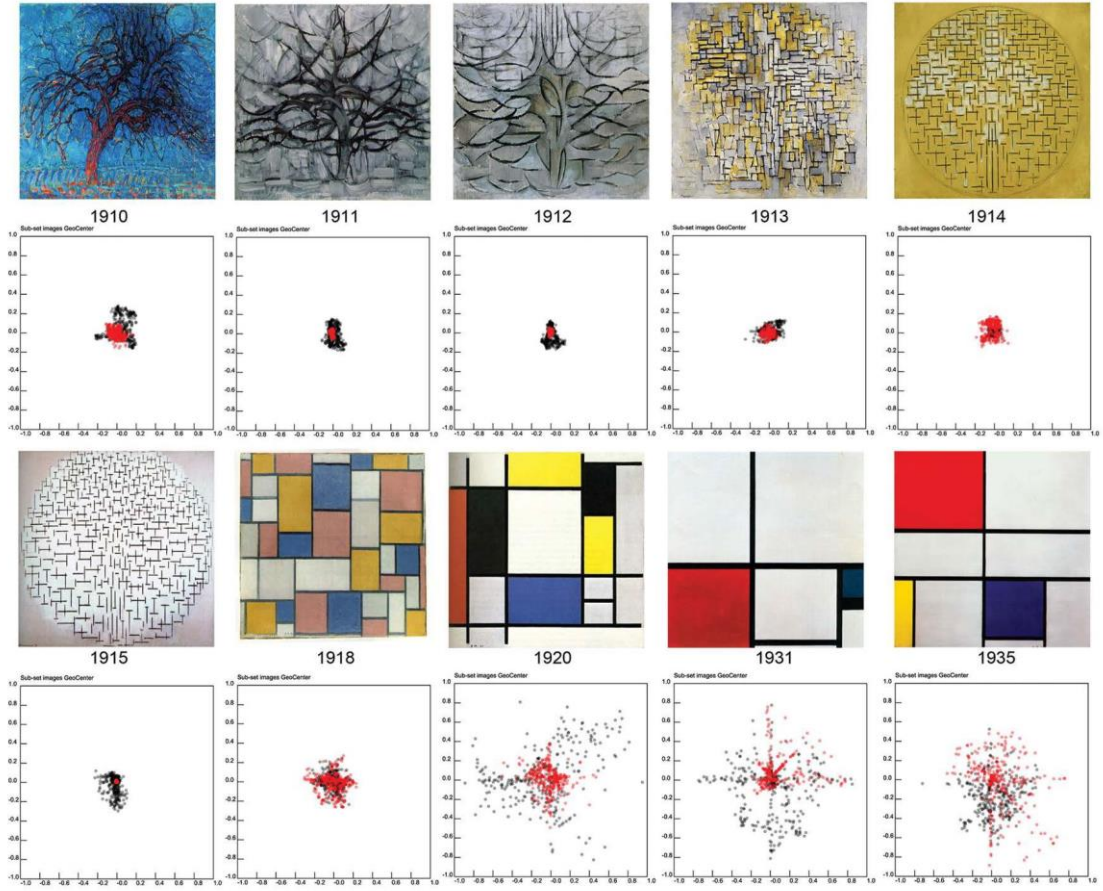
Görsel 2.17. Soldan sağa 1.11, 1.66, 1.89 ve 1.6 D değeri taşıyan fraktallar üzerinde kırmızı ile gösterilen D 1.5 değerine sahip göz takipleri. (Taylor vd., 2011, s. 5)

Elde edilen sonuçlar daha genel anlamda sanat üzerine bir soru ortaya koymaktadır. Taylor'un çalışması, insanların estetik olarak algıladığı biçimlerin evrimleşme sürecinde edinilen adaptasyonlar üzerine kurulu olduğu iddiasını destekler niteliktedir. Ancak doğa ve sanat üzerine bilimsel ve sayısal çözümlemelerin yapılması ise doğada ve insanda bulunan özellikleri açıklayıcı nitelik taşıdığı için estetik algısının da temellerine ışık tutmaktadır (Taylor vd., 2011).

2.3.2. Resimlerin kontrast ve renk değerlerinin kitle merkezi formülü ile çözümlenmesi

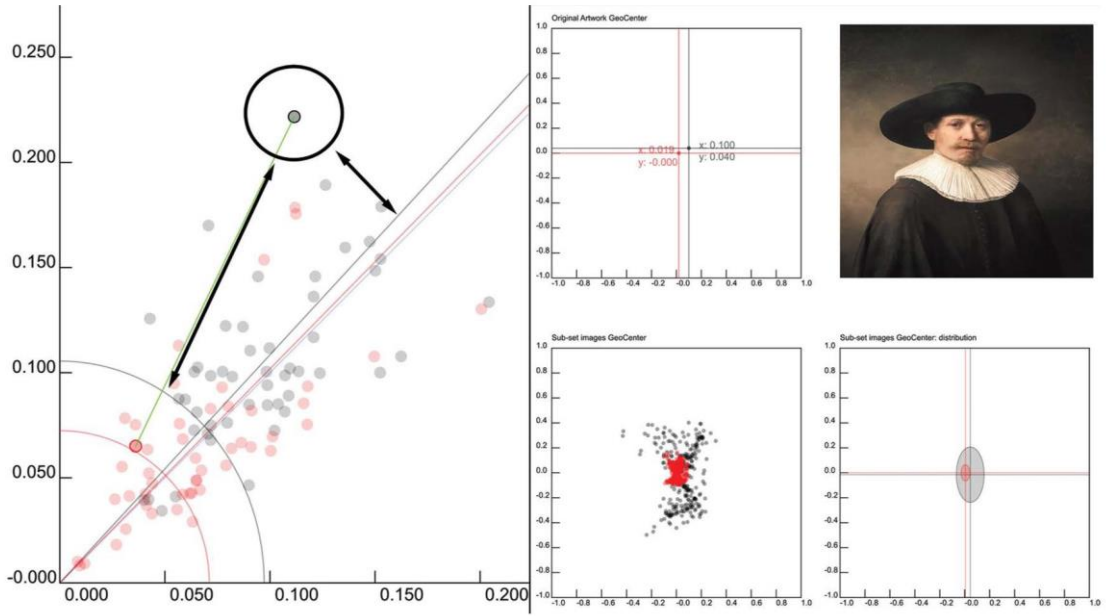
Bir eserin içerdii ve insanların karmaşık süreçleri ile anlamlandırdığı biçimsel öğelerin tamamının analiz edilebilmesi tartışmalı bir konu olarak kabul edilebilir. Yine de eserlerin bazı biçimsel öğeleri sayısal olarak çözümlenebilir nitelik taşımaktadır. Jin Wan Park'ın 2019'da gerçekleştirdiği çalışmasında resimlerin taşıdığı renk ve ton değerlerini kullanarak sanatçının üretim sürecine dair çözümlerler sunmuştur. Bu çalışmada Park, resimdeki denge olgusunu açıklamak için fizikte kullanılan kitle merkezi formülünü tercih etmiştir. Eserdeki renkleri tonlarına göre sayılara haritalamış ve bunları ölçerek resmin denge merkezini bulmuştur (Park, 2019, s. 364).

Park'ın gerçekleştirdiği çalışma hem sanat eserlerinin kategorize edilmesi için yeni bir yöntem sunmakta hem de sayısal olarak yapılan çözümlerleri görsel olarak ifade etmektedir. Örnek olarak Piet Mondrian'ın 1910-1935 arasındaki sanatsal gelişme sürecini inceleyen Park, eserlerdeki denge unsurlarının nasıl değiştiğini grafiklerle göstermiştir. Mondrian'ın erken döneminde eserin homojen bir dengeye sahip olduğu kitle merkezi ölçümlerinin grafikteki merkezde toplanması ile görölmektedir. 1920'lerden itibaren ise resimlerde dengenin heterojen bir değere dönüştüğü ve dinamizmin arttığı grafiklerde açıktır. Özellikle 1918 tarihli eseri görünüşte geç dönem eserlerine benzese de kitle merkezi ölçümüne göre erken dönem eserleri ile benzer sonuçlar taşımaktadır (Görsel 2.18.). Bu bulgu da Park'ın kitle merkezi kullanılarak yaptığı sayısal çözümlerlerin, izleyicilerin bakarak algıladığından farklı bir değerlendirme sunduğunu kanıtlamaktadır (Park, 2019, s. 366–369).



Görsel 2.18. Piet Mondrian 'ın resimleri ve kitle merkezi ölçümlerinin grafik gösterimi (Park, 2019, s. 369)

Eserlerin sayısal olarak analizinde oldukça popüler başka bir çalışma da Park'ın dikkatini çekmiştir. Microsoft, Delft Üniversitesi ve ING bankasının ortaklaşa geliştirdiği makine öğrenmesi algoritmaları 2016 yılında Rembrandt'ın çalışmalarını çözümleyerek “Sıradaki Rembrandt” adlı resmi üretmiştir. Ancak “Sıradaki Rembrandt” çalışması Rembrandt'ın kendi resimleri ile kitle merkezi ölçümüne göre kıyaslandığı zaman uyumsuzluklar taşıdığı görülmüştür. Görsel 2.19’da verilen grafik “Sıradaki Rembrandt” eserinin değerlerinin standart sapmayı gösteren çizgiden uzak olduğunu açıkça belirtmektedir. Makine öğrenmesi programı Rembrandt'ın kompozisyon ve stil öğelerini doğru çözümlemiş olsa da denge ögesinde uyumsuzluklar taşımaktadır (Görsel 2.19.) (Park, 2019, s. 371).



Görsel 2.19. “Sıradaki Rembrandt”ın kitle merkezi formülü ile ölçümü (Park, 2019, s. 371)

Kitle merkezi formülü ile eserlerin denge değerlerinin sayısal olarak ölçülmesi sanat içerisinde küçük bir yer tutmakta olsa da sayısal bir sanat tarihi olanağını gösterdiği için önemli bir çalışmadır. Farklı sanat disiplinleri ve kompozisyon öğeleri üzerine yapılacak sayısal çözümlemeler, sanatın tamamı üzerine bakış açılarını genişletme olanağı taşıyacaktır.

2.3.3. Cisimlerin biçimlerinin sayısal olarak çözülmesi

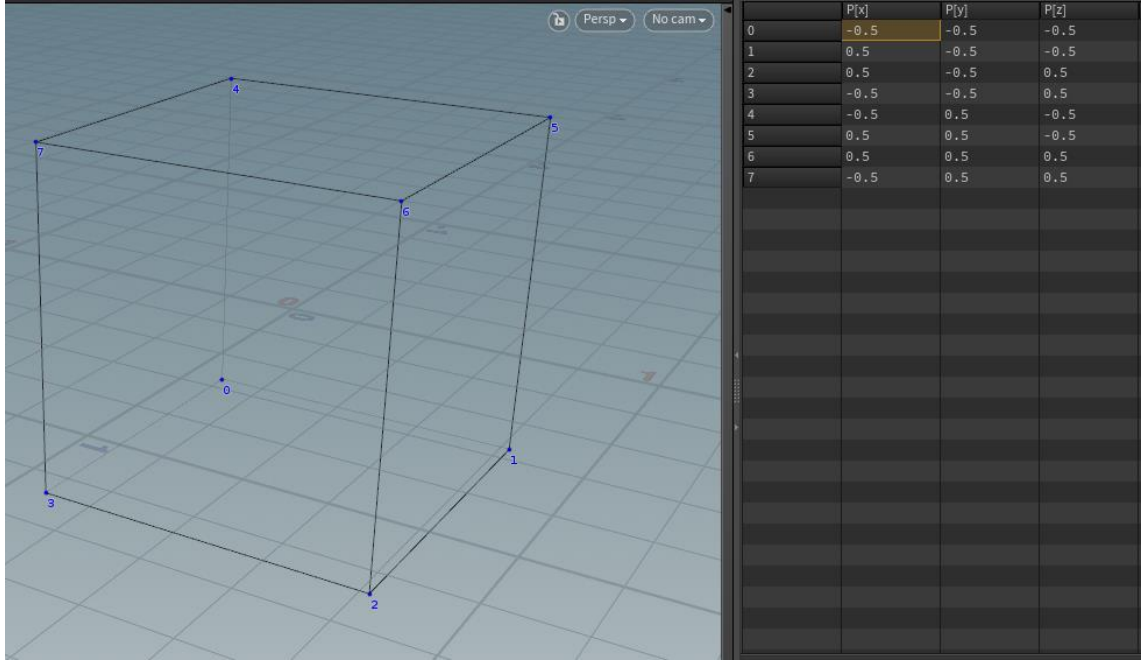
Üç boyutlu cisimlerin sayısal olarak çözümlenebilmesi heykel sanatının çözümlenmesinin temelinde yer alan bir sorunsaldır. Çok yüzlü çizimleri geometrik öğeleri olan nokta, çizgi ve düzlemler ile tanımlanması ilk defa 1765 yılında matematikçi Leonard Euler tarafından yapılmıştır. Noktaların arasındaki uzam çizgi, çizgilerin arasındaki uzam düzlem, düzlemlerin arasında da cismin uzamı yer alır. Ancak sanatçıların cisimler üzerine yaptığı tanımlar Euler’den de eskidir (Gero ve Kazakov, 2005).

Albrecht Dürer, Euler’den iki yüz yıldan önce çokyüzlüleri çevrelerindeki "ağlar" üzerinden tanımlamıştır. Ayrıca köşeleri, kenarları ve yüzleri de dokunsal değerler olarak kabul etmiştir. bir ağı katlayarak, bir çokyüzlü cisim yaptığınızı düşünün. Belki ellerde cisimleri gözler kadar algılayabiliyordur (Stiny, 2006, s. 32)

Cisimlerin sayısal çözümlenmesindeki en önemli yöntemlerden biri 1971'deki “Şekilsel Gramerler ve Resim ve Heykelin Jeneratif Özellikleri” çalışmalarıyla George Stiny ve James Gips'e aittir. Stiny ve Gips MIT'de Chomsky'den aldıkları derslerle dilsel gramerler ve şekillerin çözümlenmesi alanlarını birleştirmişlerdir (March, 2011, s. 9). Şekil ve tasarım kavramları Stiny'ye göre birbirinden farklıdır. Bir şekil, bir tasarımın açıklanmış olan biçimsel ilişkileri içerisinde bir olasılığın ele alınmasıdır. Bir tasarım ise şekiller ve biçimsel öğeler in arasında kurulan bir ilişkiler ağı olarak ele alınabilir (Knight, 2015).

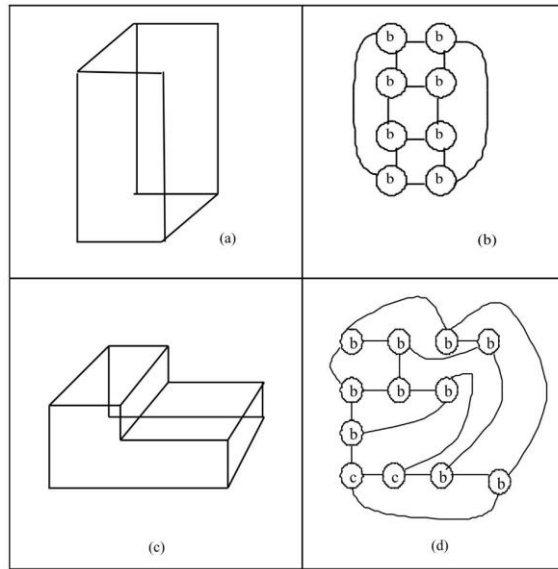
Stiny ve Gips'e göre bir nesnenin biçimsel olarak açıklanması nesnenin kendisinden ayrı bir değerdir ve sanat eserinin biçimsel olarak açıklanması nesnel yapısından bağımsız olarak kabul edilebilmesi ise yeni tasarım kuramlarının üretilebileceği bir çerçeve sağlamaktadır (Knight, 2015, s. 963-964).

Stiny ve Gips, sanatçıların kullandıkları şekiller ve üretim biçimlerinin altında yatan geometrik öğeleri matematiksel olarak açıklayacak genel bir formül üretmiştir ve Shannon ve Kolmogorov bağlamında karmaşıklık kuramlarını değerlendirme aracı olarak kullanmışlardır. Stiny bilgisayarların fraktal veya üç boyutlu cisimler gibi karmaşık yapıları sıfır boyutlu olarak algıladığını açıklar. Cisimler sayısal olarak tanımlanabilmeleri için, uzaydaki sınırlarını tanımlayan noktaların koordinat değerlerine indirgenmelidir. Böylece bir cismi tanımlayan noktaların tümü bir tablo olarak görülebilecektir (Görsel 2.20. ve 2.21.) (Stiny, 2006, s. 226).



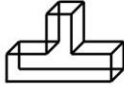
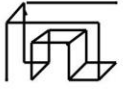
Görsel 2.20. SideFx Houdini programında çizilmiş bir küp köşelerini oluşturan noktaların XYZ değerleri üzerinden tanımlanmaktadır (ekran görüntüsü)

Ancak önceki bölümlerde de görüldüğü üzere sanat eserlerinin tümünü çözümleyecek bir formül ortaya koymak problematiktir. Sayısal olarak çözümlenecek her biçim türü için özelleşmiş bir model oluşturulmalıdır. John Gero 2005 tarihli çalışmasında üç boyutlu cisimlerin biçimsel öğelerinden elde edilen enformasyonun çözümlendiği örnekler sunmaktadır (Gero ve Kazakov, 2005, s. 2).



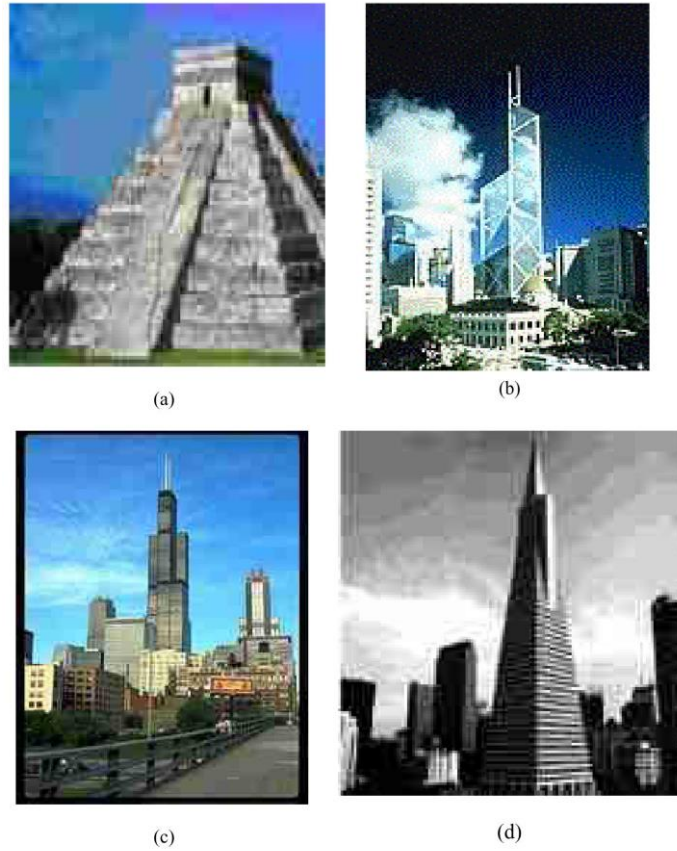
Görsel 2.21. Cisimleri oluşturan noktaların iki boyutlu düzlemde ilişki grafiği (Gero ve Kazakov, 2005, s. 5)

Görsel 2.21.'de sol tarafta verilen a ve c cisimlerinde bulunan geometrik ilişkiler sırasıyla b ve d grafiklerinde iki boyutlu düzlemde gösterilmiştir. Bu örnekte bir cisim taşıdığı noktalar, noktaların aralarındaki ilişkiler ve bunların oluşturduğu doğru parçaları üzerinden ele alınır. Daha sonra ise iki boyutlu ilişkiler ağına indirgenmiş olan cisim Shannon'un karmaşıklık formülüne göre değerlendirilir ve her ögenin taşıdığı enformasyon sayısal olarak hesaplanır. Elde edilen veriler üç boyutlu cismin tüm alt öğelerini kapsadığı için cismin kendisinin taşıdığı enformasyon miktarını da tanımladığı varsayılabilir. Bu formülün çeşitli geometrik cisimlere uygulama örneği ise aşağıda sunulmuştur (Görsel 2.22.) (Gero ve Kazakov, 2005, s. 4).

shape	$I(E_{\text{face}})$	$I(E_{\text{circuits}})$	$I(E_{\text{edges}})$	shape	$I(E_{\text{face}})$	$I(E_{\text{circuits}})$	$I(E_{\text{edges}})$
	0.00	0.00	0.00		0.81	2.18	1.5
	.000	0.92	0.00		0.81	2.11	1.29
	0.65	2.07	1.5		0.92	2.28	1.44
	0.00	1.45	0.00		0.81	1.19	1.79
	0.00	1.52	0.00		0.92	2.00	1.79
	.000	0.00	0.00				

Görsel 2.22. Çeşitli cisimlerin taşıdıkları nokta, kurdukları ilişkiler ve kenarları üzerinden ölçülen enformasyon değerleri (Gero ve Kazakov, 2005, s. 8)

Gero formülünü gerçek dünyadan seçtiği cisimlerle de örneklendirmiştir. Görsel 2.23’de Gero tarafından seçilen bazı mimari eserler ve Görsel 2.24’de ise bunlardan elde edilen sayısal enformasyon değerleri görülmektedir. Gerçek dünyadan seçilen eserler öncelikle enformasyon estetiğinin birinci temeli olan geometrik biçimler olarak kabul edilmelidir. Geometrik bir biçim olarak ise örneklerdeki eserler ve düzgün bir küp arasındaki tek fark karmaşıklık miktarıdır. Seçilen eserlerin geometrik olarak basit olmakla birlikte bu tercihin tamamen işlem sürecini kısaltma amacıyla yapıldığı varsayılabilir (Görsel 2.23 ve 2.24.).



Görsel 2.23. (a) Chichen Itza Piramidi, (b) Hong Kong’deki Çin Bankası, (c) Chicago’daki Sears Kulesi (d) San Francisco’daki Transamerica Piramidi (Gero ve Kazakov, 2005, s. 9)

	$I(E_{\text{labels}})$	$I(E_{\text{circuits}})$	$I(E_{\text{edges}})$
Chicen Itza Piramidi	0.99	1.34	1.57
Çin Bankası Kulesi	1.79	3.32	4.00
Sears Kulesi	1.82	2.61	3.70
Transamerika Piramidi	1.26	1.58	2.16

Görsel 2.24. Seçilen üç boyutlu örneklerin taşıdığı enformasyon değerleri (Gero ve Kazakov, 2005, s. 12)

Cisimlerin biçimleri, İki boyutlu biçimlere göre üstel (eksponansiyel) olarak daha fazla karmaşıklık içermektedir ve enformasyon estetiği çalışmalarında en az örnek verilmiş kategoridirler. Gero'nun çalışmaları, karmaşıklığa dayalı enformasyon kuramları kullanılarak üç boyutlu biçimlerin sayısal olarak çözümlenme sürecini gösteren bir örnek niteliği taşımaktadır. Üç boyutlu bir biçimin daha düşük boyutlara indirgenebildiğinin gösterilmesi, heykel sanatı eserlerinin de enformasyon değerinin ölçülebileceğini kanıtlamaktadır. Güncel bir dijital çizim programından verilen örnekte (Görsel 2.20.) görüldüğü üzere üç boyutlu şekillerin sayısal olarak tanımlanma yöntemi Stiny ve Gips'in 1971'de öne sürdüğü matematiksel temellere dayanmaya devam etmektedir.

2.3.4. İlhan Koman heykellerinin şekilsel gramerlere dayalı çözümlenmesi

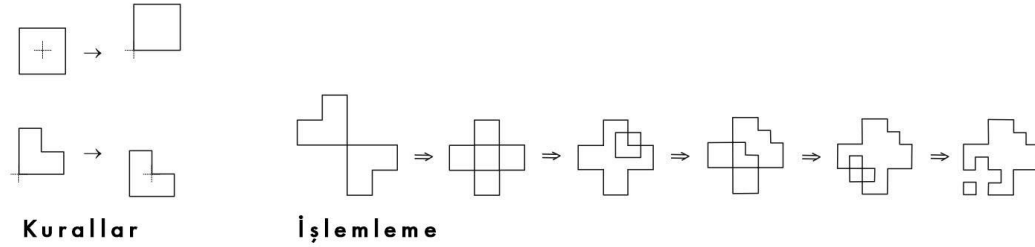
Stiny ve Gips'in şekillerin değerlendirilmesi üzerine yaptığı çalışmalar sadece sayısal bir boyut taşımamaktadır. Şekilsel gramerler adını verdikleri kuramları, Chomsky'nin dildeki gramerleri evrenselleştirme üzerine yaptığı çalışmalardan etkilenmiş ve şekiller arasında da gramer ilişkileri kurulabileceği varsayımı üzerinden temellenmiştir. Şekilsel gramer kuramının temelinde, gündelik dilde olduğu gibi sınırlı sayıdaki biçimsel kuralın sınırsız sayıda yeni biçim oluşturabileceği fikri yatmaktadır.

Neredeyse herkes dili yaratıcı bir biçimde kullanır. Daha önce duymadığınız veya söylemediğiniz cümleler de anlamlıdır. Ancak bu durum nasıl mümkün olabilmektedir? Şurası kesin ki, hiç kimse bir dilde var olan tüm cümleleri önceden duymamıştır. Bu sorunun cevabını jeneratif gramerler sağlar. Kelimeleri bir araya getirecek sınırlı sayıda kural kullanarak sınırsız sayıda yeni cümle üretebilirim (Stiny, 2006, s. 17).

Chomsky'ye göre Dildeki gramerler alfabedeki karakterler havuzundan seçilen ve yan yana dizilerek tek boyutlu bir çizgi oluşturan sembollerini değerlendirmektedir. Şekilsel gramerler ise değişken şekillerin oluşturduğu bir havuzdan üretilebilir ve bir boyut sınırlandırması taşımamaktadır. Buna göre basit şekiller arasında kurulan ve birbirine eklemleme, çıkarılma, dönme, yer değiştirme gibi basit kurallar yeni biçimler üreten bir şekilsel gramer sistemi oluşturabilecektir (Stiny ve Gips, 1971).

Görsel 2.25.'de solda verilen iki kural, verilen şekillerin ne yönde hareket edeceğini tanımlamaktadır. Üstteki şekil sağ üst köşeye $\frac{1}{2}$ birim hareket ederken alttaki ise sol alt

köşeye $\frac{1}{2}$ birim hareket etmelidir. Sağda ise üretilen kuralların adım adım işleme süreci görülmektedir (Görsel 2.25.).



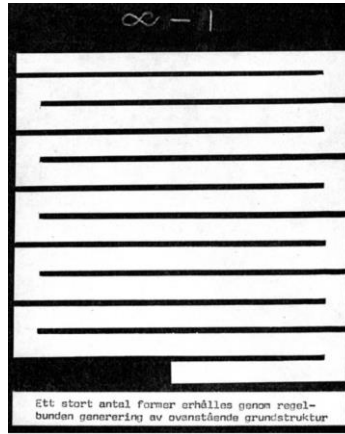
Görsel 2.25. Şekilsel gramerler ile üretim örneği (Knight, 2015, s. 974)

Stiny ve Gips'e göre şekiller geometrik olarak bir araya gelme ve eksilme özelliği gösterebilmektedir. Bu özellik ise Arnheim'in gestalt kuramında (Görsel 1.2.) örneklendirildiği gibi şekillerin farklı ilişki durumlarında farklı algılanabilmesine dayanmaktadır. Bu sebeple birinci adımda verilmemiş olan kare şekli ikinci adımda belirir ve işlemin daha sonraki adımlarındaki karmaşıklık arttırılabilmektedir. Şekilsel gramerlerle üretim bu bölümde sanat eserinin kurallarının çözülmesi amacıyla sınırlandırılmıştır. Şekilsel gramerlerin biçimsel üretim amacıyla kullanımı daha ayrıntılı biçimde 3.Bölümde incelenecektir.

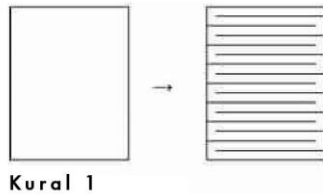
Şekilsel kurallara dayalı üç boyutlu biçim üretiminin çözümlendiği en önemli örneklerden biri Benay Gürsoy ve Mine Özkar'ın İlhan Koman'ın eserleri üzerine gerçekleştirdiği çözümlemelerdir. İlhan Koman matematik alanı ile heykel sanatını birleştirmesi ile ünlü bir heykeltıraştır. Özellikle eserlerinde kendi keşfettiği çokyüzlü cisimleri, katlanabilir formları ve matematiksel tekrar öğelerini kullanması İlhan Koman'ı şekilsel kurallar yoluyla yapılacak bir çözümlemeye uygun bir sanatçı kılmaktadır (Görsel 2.26.).

İlhan Koman'ın aynı seri içerisindeki çalışmaları biçimsel olarak bütünlük taşımaktadır. Bu bütünlük aynı serideki tüm eserlerin aynı biçimsel birimlerin tekrarları ile elde edilmiş olup eserler arasındaki fark ise biçimsel birimlerin ölçülerinde yapılan varyasyonlar ile sağlanmıştır. Ayrıca elde edilen tekrarlayan birimlerin her biri farklı açılar ile birleştiği için aynı birimleri taşıyan eserlerin son biçimi birbirinden farklı olabilmektedir (Görsel 2.27.) (Gürsoy ve Özkar, 2015, s. 983).

Gürsoy ve Özkar çalışmalarında İlhan Koman'ın “Sonsuzluk Eksi Bir” serisindeki heykellerini ele almışlardır. İlhan Koman “Sonsuzluk Eksi Bir” adlı sergisini görsel 2.26’da verilen biçimin tekrarları ve varyasyonlardan oluşturmuştur. Eserlerin her biri tek bir biçimde kesilen metal levhaların farklı biçimlerde arka arkaya birleştirilmeleri ile üretilmiştir. Şekilsel gramerler kuramı biçime etki eden her işlemi bir kural olarak kabul eder. Buna göre İlhan Komanın ilk belirlediği biçim, Gürsoy ve Özkar tarafından “Kural 1” olarak kabul edilmiştir ve Görsel 2.27’de görülen heykel eseri, verilen kural 1 işleminin bir levhada tekrarlanması sonucunda ortaya çıkmıştır.

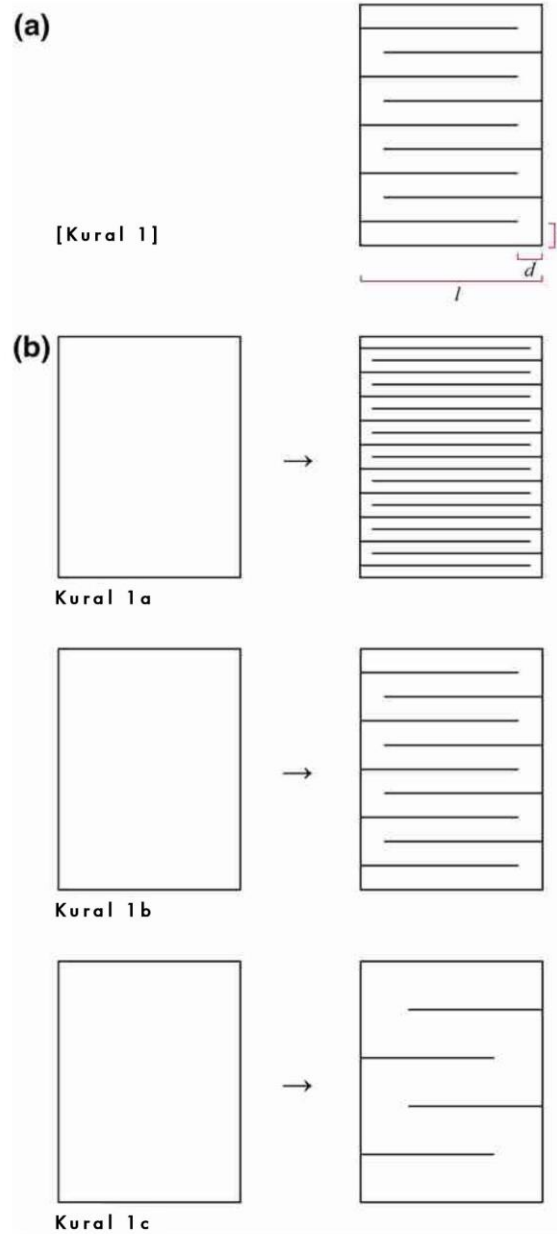


Görsel 2.26. “Yukarıdaki basit biçimin düzenli üretimi ile büyük sayılarda biçim elde edilebilir” İlhan Koman
(Kaynak:https://www.academia.edu/9411878/_Sonsuzluk%C4%9Fa_Ula%C5%9Fma_Ser%C3%BCveninde_Bir_Yolcu_%C4%B0Ilhan_Koman, Erişim tarihi: 08.09.2020)

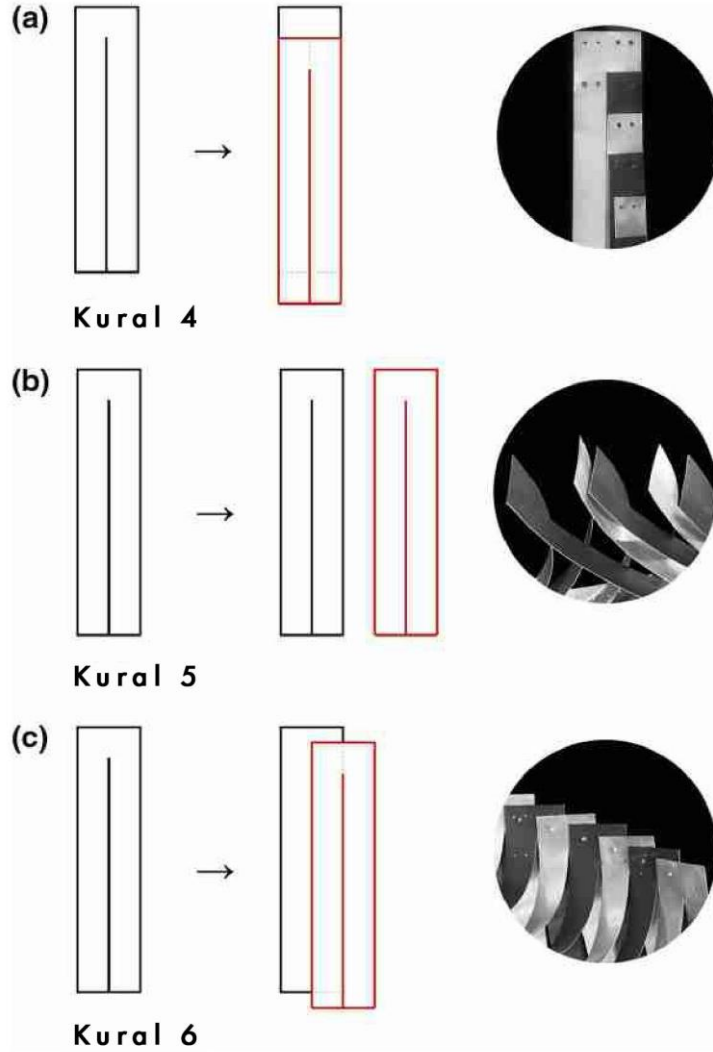


Görsel 2.27. Kural 1 ve bu kuralla üretilmiş “Sonsuzluk Eksi Bir” serisinden bir heykel (Gürsoy ve Özkar, 2015, s. 984)

Kural 1 gibi karmaşık bir biçimsel işlem tek başına incelendiği zaman alt öğelerine ayrıştırılabilir. Bu öğelerdeki oransal değişimler ise kural 1 işleminin varyasyonları olarak kabul edilecektir (Görsel 2.28). Aynı şekilde kesilmiş olan levhaların bir araya gelme biçimleri de kurallar ile tanımlanabilmektedir. Buna göre Kural 1'in varyasyonlarından biri ile görsel 2.29'de verilen birleştirme kurallarından seçilecek bir kuralın birleşimi Koman'ın "Sonsuzluk Eksi Bir" serisindeki bir potansiyel eseri oluşturacaktır (Görsel 2.29.).

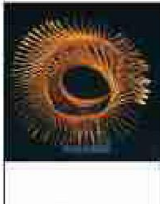


Görsel 2.28. Kural 1'de tanımlanan ölçüler ve varyasyonları (Gürsoy ve Özkar, 2015, s. 987)



Görsel 2.29. Levhaların birleştirilme biçimlerini tanımlayan farklı kurallar (Gürsoy ve Özkar, 2015, s. 989)

Gürsoy ve Özkar böylece İlhan Koman'ın Sonsuzluk Eksi Bir serisindeki heykellerin bir kural dizisi üzerinden çözümlenebileceğini çalışmalarında ortaya koymuşlardır. aşağıda verilen grafikte farklı sayıda ve farklı sırada tekrar edilen şekilsel kurallar ile çözümlenmiş eserler gösterilmiştir (Görsel 2.30.).

		Kuralların Sayısı	Kural 4	Kural 5	Kural 6	Kuralların Sekansı	Tekrar sayısı
	Kural 1	2	x1	x1	-	R4-R5	>200
	Kural 2	2	x1	x1	-	R4-R5	60
	Kural 1	3	x1	x1	x1	R4-R5-R6	105
	Kural 1	2	x2	x2	-	R4-R5-R4-R5	36

Görsel 2.30. İlhan Koman'ın "Sonsuzluk Eksi Bir" serisinden bazı heykellerinin şekilsel kurallar ile çözümlenmesi (Gürsoy ve Özkar, 2015, s. 990)

Bu bölümde yer alan kuramlar ve örnekler sanat eserlerinin biçimsel özelliklerinin sayısal formüller ve eylem kuralları olarak çözümlenmesinin olanaklılığını göstermektedir. Sanat eserlerinin nesnel olarak ölçülebilir bir değer taşıdığı düşüncesi modernizmin pozitivist tutumu ile paralel olarak 20.yy'ın başında Birkhoff tarafından "estetik ölçüm" adıyla ortaya çıktığı görülmüştür. 20.yy içerisinde keşfedilen çeşitli matematiksel formüllerin kullanımıyla birlikte sanatsal biçimlerin ölçümünde hem daha ayrıntılı sonuçlar sağlayan hem de farklı sanat disiplinlerine cevap verebilen çeşitli kuramlar ortaya çıkmıştır. Sanatsal biçimlerin sayısal olarak çözümlendiği kuramların varlığı ise aynı zamanda sanatsal biçimler sayısal olarak sentezleme ile üretilebilir mi sorusunu da ortaya koymuştur.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

3. SANAT ESERLERİNİN JENERATİF YÖNTEMLERLE ÜRETİMİNE

YÖNELİK BİR ÇÖZÜMLEME

3.1. Gelenekselden Dijitale Jeneratif Sanatın Çalışma Prensipleri Üzerine Bir Çözümleme

Bense ve Moles tarafından ortaya konan enformasyon estetiği kuramında sanat eseri hem çözümlenen hem de üretilen bir nesne olarak ele alınmıştır. Bense'ye göre sanatçı saf biçim üretebilmek için içinde bulunduğu kültürün dışından bir bakış açısına sahip olmalıdır, ancak insanların içinde bulundukları kültürün dışında bir yargıya sahip olabileceği iddiası problemleri bir varsayım olacaktır (Rigau vd., 2008). Sanat eserinin sayısal olarak çözümlenmesi ise kişiden bağımsız objektif bir değerlendirme olanağını göstermektedir. Aynı şekilde sanat eserinin sayısal çözümlenmesinde kullanılan formüllerin üzerinden üretim yapıldığı takdirde bu eserler kişisel yargıdan bağımsız bir estetiğe sahip olacaktır. Bense, estetik enformasyon kuramının sanat üretimi üzerine olan bu yönünü “jeneratif estetik” olarak adlandırmıştır. Jeneratif estetik sanat eserlerinin estetik değerlendirilmesinde kullanılan formüllerin, rastgele verilen biçimsel öğelere uygulanması ile karmaşa ve düzen ilişkisi taşıyan harmonik bir kompozisyon üretilebileceğini öne sürmektedir (Bense ve Reichardt, 1971). Görsel 2.25.'de örneklendirilen şekilsel gramer yönteminde olduğu gibi Bense de jeneratif estetik kuramında Chomsky'nin ortaya koyduğu, kuralları sınırlı bir dilde sonsuz yeni cümle üretilbilecektir düşüncesinden etkilenmiştir (March, 2011, s. 5; Nake, 2012b, s. 70).

Geniş anlamıyla üretimi sırasında biçimsel kurallar ve formüllerin kullanıldığı sanat eserleri jeneratif sanat olarak kabul edilmektedir. Ancak sanat kavramı gibi jeneratif sanat da muğlak bir terimdir, geleneksel yöntemlerle üretilmiş bir sanat eserinin de jeneratif özellikler taşıdığını söylemek mümkündür.

Jeneratif sanat kuramının sınırlarının belirlenmesi ve tanımlanmasında önemli çalışmalar yapmış olan Philip Galanter'e göre en geniş anlamıyla jeneratif sanat, bir kural dizisi oluşturularak üretilen tüm sanat eserleri olarak tanımlandığı takdirde tüm soyut sanat eserlerinin jeneratif sanat olarak tanımlanması gerekecektir (Galanter, 2003). Böyle bir tanım ise jeneratif sanat ve jeneratif estetik kavramlarını anlamsız hale

getirecektir. Jeneratif sanatın doğru bir tanımı için hangi sanat eserlerinin jeneratif estetik özelliği taşıdığı ve hangilerinin taşımadığının belirtilmesi gereklidir.

Jeneratif sanat üzerine yapılacak bir tanımın kullanışlı olabilmesi için 1- geçmişte ve şu an üretilmiş jeneratif sanat eserlerini dahil etmeli 2- daha keşfedilmemiş jeneratif sanat yöntemlerini dahil edebilecek genişlikte olmalı 3- sanat üzerine yapılan tanımların dahilinde kalmalı 4- sanatın tamamını dahil etmeyecek kadar dar bir tanıma sahip olmalıdır (Galanter, 2003, s. 5)

Jeneratif sanatın temeli üretim sürecindeki işlemlere dayanmaktadır. Bir eserin jeneratif estetik özelliği taşıdığını söyleyebilmek için, eserin tasarım ve üretim süreçlerinde kullanılan yöntemlerin bilinmesi gerekmektedir. “Jeneratif sanatın kilit ögesi sanatçının eser üzerindeki kontrolünün tamamının veya bir kısmının sanatçı dışındaki [...] doğal diller, bilgisayar programları, makineler gibi harici bir sisteme devredilmiş olması ve bu şekilde eserin otonom üretim değeri kazanmasıdır” (Galanter, 2016, s. 151). Jeneratif estetik sanatın bilim ve teknoloji ile ilişkisini inceleyen bir alt konu gibi görünse de bu teknoloji dışında üretilmiş sanatsal eserlerinin üretim sürecinde de görülmektedir. Jeneratif sanat, bilgisayarların ortaya çıkışından daha eski bir üretim yöntemi olmakla beraber aralarındaki ilişki gözden kaçmayacak kadar belirgindir. Charles Babbage tarafından geliştirilen ve ilk bilgisayar sistemi olarak kabul edilen ‘farklılık motoru’nun ilham kaynağının halı üzerine şekil dokuyan mekanik otomatlar olması, jeneratif sanatın bilgisayarlardan hem daha eski olduğunu hem de bilgisayarların ortaya çıkmasına sebep verdiğini göstermektedir (Güney ve Uysal, 2019).

Jeneratif estetiğin eserin üretim süreci ile ilişkisine bir örnek vermek gerekirse, Heykel sanatını tanımlamak için ortaya konan bir biçimsel eleştiri yöntemi, bir heykel eserini açıklamayı değil bir nesnenin heykel sanatı olarak kabul edilmesi için gereken tüm kuralları taşıyıp taşımadığını ifade etmeyi amaçlayacaktır. Örneğin erken modernizmde soyut heykeli tanımlayan bir kuram, o dönemde yapılmış bir sanat eserini değil heykel sanatının bir alt kümesinin biçimsel şartlarını ifade etmelidir. Bu kuramın kullanışlı olabilmesi için Galanter’in de söylediği gibi hem heykel sanatının tümüne yönelik iddialar taşınamaması hem de belirtilen dönemin tüm özelliklerini formüle edebilmesi gerekecektir. Örneğin soyut heykel sanatında, figürlerin temsil edilmemesi, geometrik şekillerin kullanılması ve kompozisyonda biçimsel düzen vb. şartlar aranmaktadır. Bu örnekteki gibi bir kurallar dizisi belirlendiğinde bir heykel eserin soyut heykel olup

olmadığı kurallara uygunluğu ile anlaşılabilir. Aynı şekilde bir sanatçının üretiminde bu kuralları göz önünde bulundurarak yaptığı bir heykel eseri de otomatik olarak soyut heykel olarak değerlendirilecektir. Buna göre, bir kurallar ve prosedürler dizisine bağlı olarak üretilen bir sanat eserinin, jeneratif estetik özelliği taşıdığı söylenebilecektir (Stiny ve Gips, 1971).

Sanatçının iradesi dışındaki bir sistem ile üretim, jeneratif sanatın karmaşıklık kuramları ile ilişki içerisinde de tanımlanmasını gerektirmektedir. Jeneratif sanat, öncelikle sanat eserinin üretim sürecini tanımlayan bir kavram olduğu için, kimyasal reaksiyonlar ve doğa olayları gibi teknoloji dışındaki süreçlerin etkileşimi ile de elde edilebilir. Ancak jeneratif sanat üzerine verilen, rastgeleliğin kullanılması, eserin kinetik olarak değişmesi veya bilgisayar sistemleri üzerinden çalışması gibi örnekler jeneratif sanatın sadece alt kümelerini göstermektedir ve jeneratif sanatı bütünsel olarak tanımlamamaktadır (Galanter, 2016).

Jeneratif üretim süreci, sanatçının bir üretici sistemi tercih etmesinden sonra karar verme mekanizmasını sisteme devrettiği ve sistemin “sanatçı asistanı” gibi çalıştığı bir süreci ifade etmektedir. Bu sürecin teknolojik bir sisteme bağlı olması gerekli değildir, Antik Yunan dönemine ait karolardaki simetri gibi geometrik kuralların kullanımı veya bir resmin parçalanıp rastgele yeniden birleştirilmesi de sanat eseri üretiminde karar mekanizmasını sanatçı dışındaki sistemlere devretmektedir.

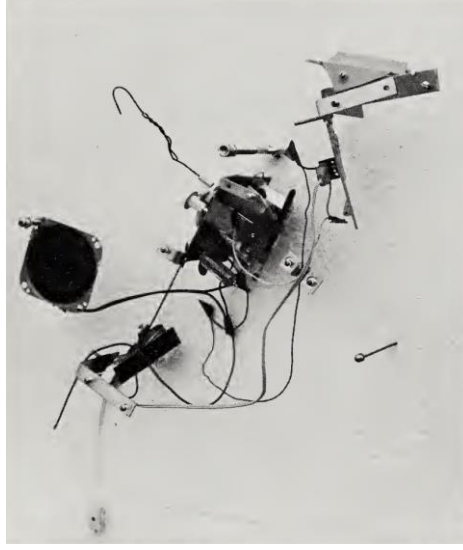
20.yy’da bilgisayar ve algoritmaları kullanmadan karmaşıklık ve kural sistemlerine bağlı üretim süreçleri kullanan bazı sanatçılardan 2. bölümde bahsedilmiştir. John Cage, Jean Tinguely, Hans Haacke ve Jean Arp’ın rastgeleliğe dayalı üretim sistemleri, Carl Andre ve Sol Lewitt gibi sanatçıların kurallara dayalı üretim sistemleri teknoloji dışındaki jeneratif süreçler olarak görülebilir.

Karmaşık sistemleri kullanan sanatçılar belirli bir biçim üretmek yerine sanat eserinin önceden sağduyu ile tahmin edilmesi imkânsız bir sürecin sonunda oluşmasına karar vermişlerdir. Hans Haacke’nin “Buz Çubuk” eseri, bir kaide üzerinde duran buzdan bir sütunun ortam ısisına bağlı olarak erime sürecinde geçirdiği biçimsel değişimleri göstermektedir (Görsel 3.1). Çalışmanın gerçekleştiği zaman zarfında hava durumundaki her değişim buzdan sütunun farklı biçimde erimesine sebep olacağı için sanatçının eserin biçimi üzerinde, eseri üretme iradesi dışında bir kontrolü bulunmamaktadır. Jean

Tinguely'nin "Radyo Çizimi" serisinde ise sanatçı tarafından bir "biçim" olarak içi açılmış bir radyo kullanılmıştır. Eserin asıl işlevi ise rastgele aralıklarla frekans ve volüm değiştiren bir dizi bozuk radyonun ürettiği sesleri izleyiciye sunmaktır. Gündelik olarak radyonun frekansını ve volümünü değiştirmek kendi başına "basit" bir eylemdir ancak bir seri radyoda rastgele gerçekleşen değişimler karmaşık bir sistem oluşmasını sağlamaktadır. Aynı şekilde burada sanatçının, izleyicinin duyacağı rastgele sesler ve bunlardan çıkaracağı anlamı önceden belirleyebilmesi imkansızdır (Görsel 3.2.) (Krauss vd., 2004).



Görsel 3.1. Hans Haacke, *Buz Çubuk*, 1966. (Burnham, 1987, s. 348)



Görsel 3.2. Jean Tinguely, *Radyo Çizimi*, 1962. (Burnham, 1987, s. 246)

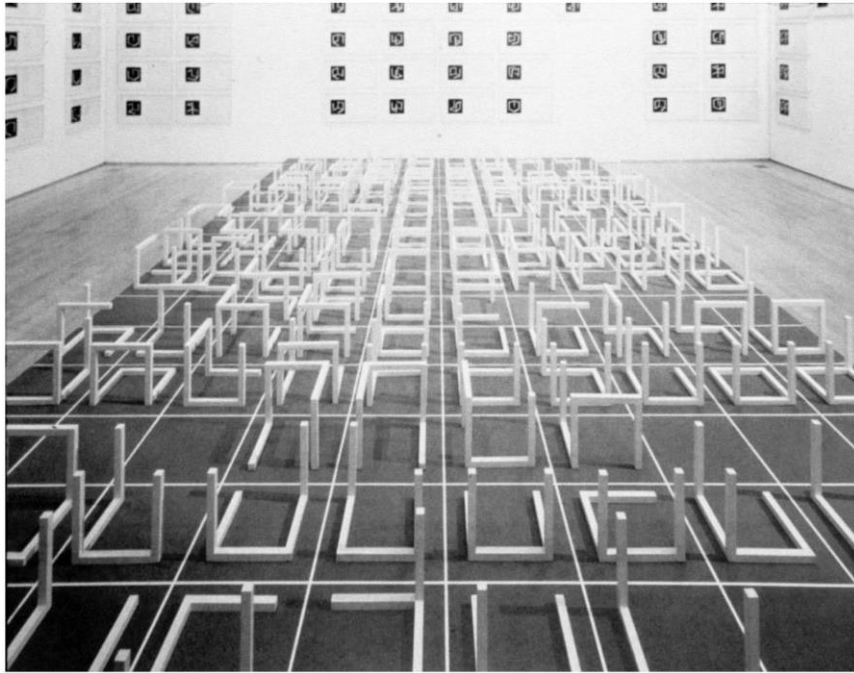
Belirtilmesi gereken önemli bir ayrım, sanatçının bilinç olarak bir jeneratif sistemi tercih etmesi ve üretim sürecini bu sisteme dayandırmasıdır. Bölüm 2.3.1’de ele alınan Jackson Pollock’un soyut eserlerinin fraktal geometri ile çözümlenebilir değer taşıması, Pollock’un jeneratif bir süreç ile üretim yaptığını göstermemektedir. Soyut dışavurumculuk akımının genel olarak sanatçının kişiliğinin ifadesi üzerine kurulu bir üretim süreci olduğu kabul edilmektedir. Her ne kadar Pollock insanların görsel algılama yapısında var olan bir kuralı sezgisel olarak fark etmiş olsa da eserlerini fraktal geometri kurallarına bağlı olarak üretmemiştir. Ancak Taylor’ın Pollock eserlerine benzeyen örnekler üretmek için kullandığı fraktal boyama makinesi (Görsel 2.15.), Pollock’un resmetme kurallarına göre üreten bir jeneratif süreçtir (Galanter, 2003).

Carl Andre ve Sol LeWitt 20.yy’da üretim süreçlerini kurallı sistemler üzerine kuran sanatçılardandır (Görsel 3.3. ve 3.4.). Andre ve LeWitt’in eserlerinin Clive Bell’in belirgin biçim görüşüne göre estetik değer taşımadığı iddia edilebilir. Ancak bu eserler sunumlarında görülen biçimi değil üretim süreçlerini gösteren eserler olarak kabul edilmelidir. Sanat eserinin kurallara dayalı bir süreçte üretilmesi, önceki bölümlerde de görüldüğü gibi mağara sanatından itibaren görülmektedir (Görsel 2.8.). Antik Yunan ve İslam sanatı da kurallara dayalı eserlerin sıklıkla görüldüğü üsluplara sahiptir (Görsel 3.5.). Ancak mağara sanatı ve mukarnas mimarisinde görülen geometrik düzenin jeneratif sanat olarak kabul edilmesi tartışmalı olacaktır. Pollock’un resimlerinde fraktal karmaşıklığın kullanılmasının bir amaç olmadığı gibi bu eserler de biçimsel bağlamda

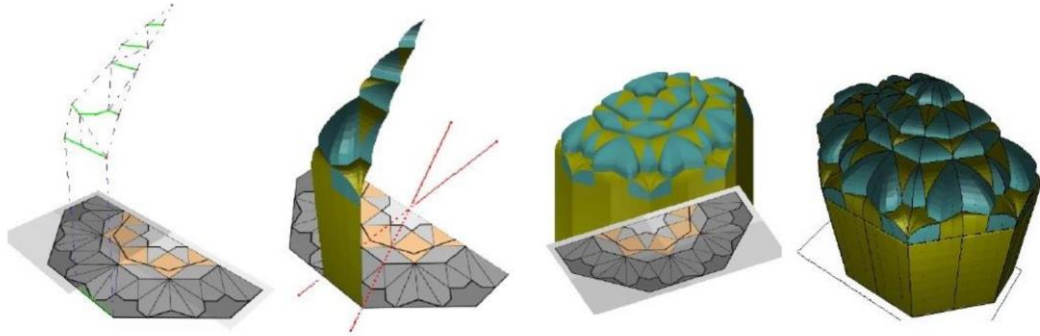
düzen ilişkisini göstermek için üretilmemiştir. Ancak LeWitt ve Andre'nin eserleri incelendiğinde, eserin üretiminde kuralların gösterilmesi amacının güdüldüğü açıktır.



Görsel 3.3. Carl Andre “Piramit” (solda), “Bitmemiş Piramit” (sağda), 1959 (Krauss vd., 2004, s. 547)



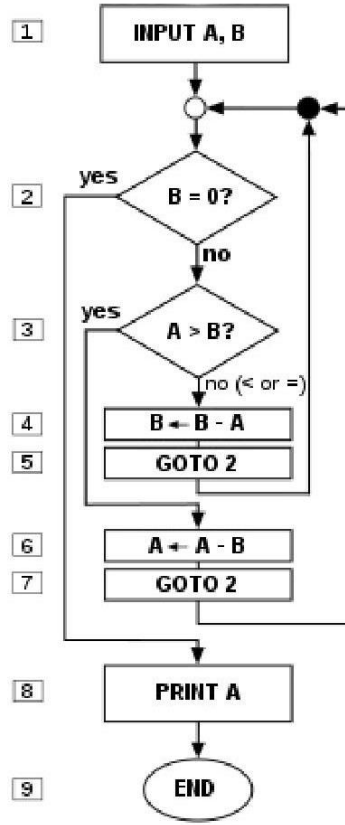
Görsel 3.4. Sol LeWitt, “Tamamlanmamış Açık Küplerin Varyasyonları”, 1974 (Bayraktar, 2017, s. 174)



Görsel 3.5. Mukarnasların geometrik yapısı ve 2b izdüşümü (İmani, 2017, s. 108)

Örnek verilmiş olan eserlerin farklı amaçlarla ve farklı sistemlerle jeneratif süreçler kullandığı görülmektedir. Bu sebeple jeneratif sanatı bir akım olarak değil, sürecin ön plana çıktığı bir üretim yöntemi olarak tanımlamak yanlış olmayacaktır. Jeneratif üretim sürecinde yer alan kurallı sistemler, takip edilen adımlarda belirlenmiş işlemleri gerçekleştiren sistemler yani algoritmik işlemlerdir (Görsel 3.6.).

Algoritmalar, en basit ifadesi ile, arzulanan sonuca ulaşmak için mekanik bir tutum ile adım adım yürütülen talimatlar takımıdır. Algoritmaları soyut matematik ilkelerini yürüten güncel bir teknolojik buluş olarak gören bir algı da günümüzde mevcuttur. Zıttı olarak, algoritmalar en kadim ve somut pratiklerdir ve tarihte birçok insan icadından önce gelmektedir. Algoritmalar matematik ile sınırlı değildir. Bütün kültürler onları geleceği öngörmekte, tıbbi tedavilere karar vermekte veya yemek hazırlamakta kullanmıştır. Reçeteler, formüller, tarifler, kurallar, teknikler ve yöntemler algoritmaların kullanımını ifade etmektedir. Sonuç olarak, algoritma terimi sistematik hesaplamanın otomatik olarak yürütülen süreçlerini ifade etmektedir... “Algoritma” terimi, İran’lı bilim insanı El-Harezmi 'nin isminin latinceleşmesi sonucu türemiştir. El-Harezmi'nin 9. yüzyılda yazdığı “*Hint Rakamları ile Hesaplama Üzerine*” isimli eseri Batı Dünyası’na Hint rakamlarını ve beraberinde gelen yeni hesaplama tekniklerini, yani algoritmaları tanıtmıştır... Öncesinde, eski bir Latin kelime olan “Algorismus” terimi Hint rakamları ile yürütülen ve toplama, çıkarma, çarpma, bölme işlemlerini içeren kısayolları ve süreçleri ifade etmek için kullanılmıştır. Sonrasında, “algoritma” terimi adım adım ilerleyen mantıksal süreçleri metaforik olarak ifade etmeye başlamış ve bilgisayar mantığının özü haline gelmiştir (Dündar, 2019, s. 58).



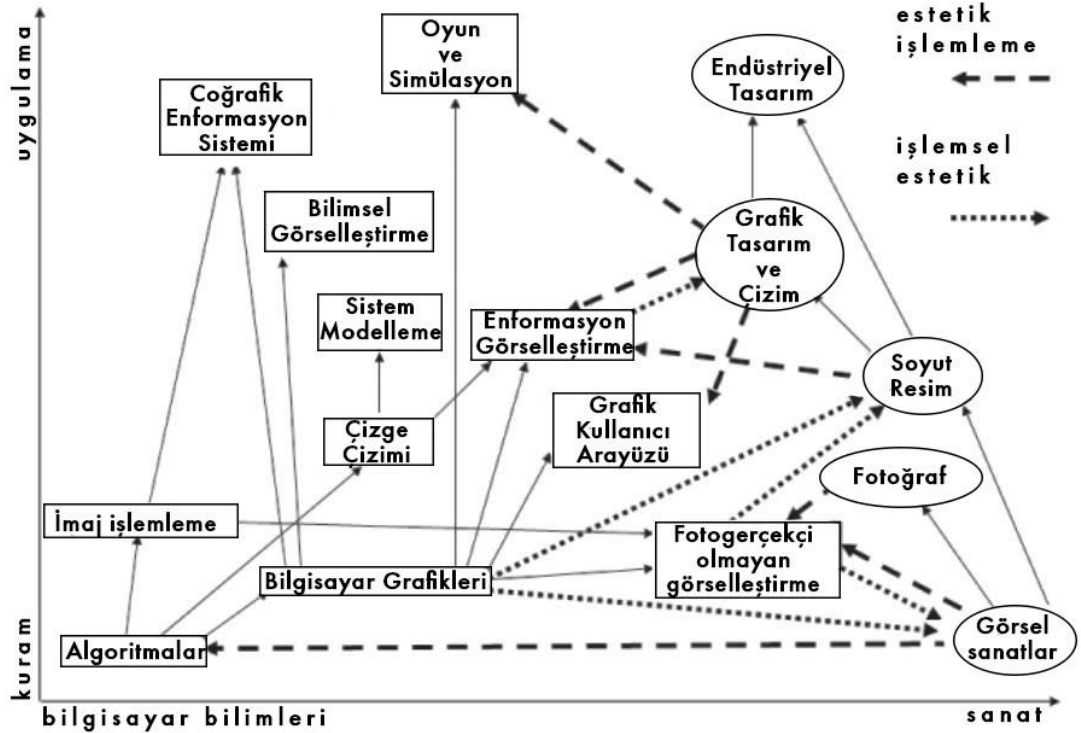
Görsel 3.6. Öklid’in iki sayının en büyük ortak bölenini bulma formülünün algoritmik görselleştirilmesi (Scott, 2009, s. 78)

Algoritmalar Babbage’ın mekanik “farklılık motoru”ndan beri bilgisayarların yapısında yer almaktadır. Ancak Bense’nin enformasyon estetiği kuramını ortaya koyduğu 1960’larda bilgisayarların enformasyon işleme kapasitesi 21.yy ile kıyaslanamaz düzeyde düşüktür. 20.yy’ın sonlarında ise bilgisayarların enformasyonu işleme kapasitesinde hızlı bir gelişme yaşanmış ve önceden hesaplanması mümkün olmayan hava durumu gibi karmaşık sistemlerin çözümlenebilir hale gelmesini sağlamıştır. Bilgisayarların karmaşık sistemleri algoritmik kurallar ile çözümleyebilen yapısı dolayısıyla, bilgisayar ortamı jeneratif sanat ile doğal bir ilişki kurmuştur. 21.yy.’da endüstri 4.0’ın olanakları içerisinde dünyadan toplanan veri miktarı en gelişmiş bilgisayarların işlem kapasitesinden fazladır ve enformasyon çözümlemesinde kullanılan yöntemler sanatçılara yeni jeneratif üretim olanakları sağlamaktadır.

Görsel sanatlar ve dijital teknolojilerin arasındaki ilişkiden iki tip soru çıkmaya meyillidir. Bir tarafta “Bilgisayarlar görsel estetik değer taşıyan biçimleri otomatik olarak nasıl üretebilir?” diğer tarafta ise “Geleneksel görsel sanatlara ait kuramlar ve yöntemler modern

teknoloji üretimini güzelleştirmek ve kullanımını kolaylaştırmak için nasıl kullanılabilir” soruları görülmektedir. Bu sorular sırasıyla “işlemsel [computational] estetik” ve “estetik işleme” olarak adlandırılan disiplinler arası çalışma alanlarının ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Zhang vd., 2012, s. 243).

Zhang bilgisayar bilimleri ve görsel sanatlar arasındaki geçişsel ilişkiler ağını bir grafik ile gösterilmiştir (Görsel 3.7.). Grafiğin en solu tamamen matematiksel değer taşıyan çalışmaları en sağa ise geleneksel görsel sanatları ifade etmektedir. Bu grafik yukarıda belirtilen soruları cevaplandırmayı amaçlamıştır, noktalı oklar bilgisayarlar bilimlerinin sanat üretimine olan etkisini ve kesik çizgili oklar ise sanatın bilgisayar bilimlerine olan etkisini göstermektedir. Bu tezin çalışma konusu sayısal ve algoritmik yöntemlerin sanat üretimine etkisi üzerine sınırlandırıldığı için burada görsel sanatların teknoloji üzerine etkisi ele alınmayacak ve sadece bilgisayarlar ile üretilen sanat eserlerinin nitelikleri tartışılacaktır.

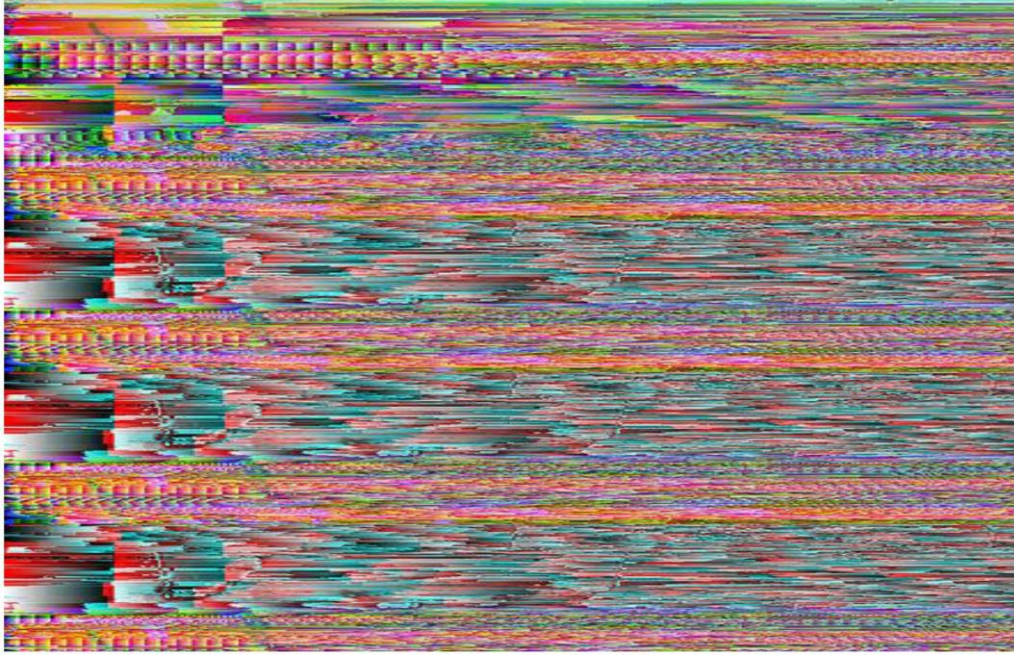


Görsel 3.7. İşlemsel estetik ve estetik işleme kavramları arasındaki ilişkiyi gösteren harita (Zhang vd., 2012, s. 243)

Bilgisayar ile üretilen jeneratif sanat üzerine sorulacak ilk sorulardan biri insanların estetik algısının algoritmalar yoluyla formüle edilebilmesinin mümkün olup olmadığıdır. Bu sorunun cevabı için yapılan çalışmalara 1. ve 2. Bölümlerde örnekler verilmiştir. Modernist sanatın temellerinin atıldığı 18.yy'dan beri sanatı pozitif yöntemlerle çözümlenmesi üzerine kuramsal çalışmalar yapılmaktadır ve modernist sanatı etkileyen önemli soyut sanatçıların harmoni ve kompozisyon kuramlarını matematiksel ilişkiler temeline oturttuğu örnekler gösterilmiştir. Ayrıca nöroestetik alanında yapılan çalışmalar insanların estetik algısını fizyolojik bir süreç olarak ölçebilir hale getirmiştir. Dolayısıyla estetik algısının formüle edilemeyeceğini söylemek, estetik algının beyin dışında manevi bir kaynaktan geldiğini iddia etmek olacaktır.

Bir diğer soru ise bilgisayarların orijinal bir sanat eseri üretmesinin olanaklı olup olmadığıdır. Bir makinenin kendi üzerine kodlanmış olan dışında yeni bir biçim üretebilmesi sorusu bilgisayarların sadece mekanik zorunluluklara bağlı işleyip işlemediği sorusuna bağlıdır. Matematikçi Ada Lovelace 19.yy'da bilgisayarların icat edilmesinden yüz sene önce bilgisayarın bir makinenin kuramını oluştururken, bilgisayarların zorunlu olarak verilen kuralları takip edeceği ve bunların dışında bir üretim yapamayacağını varsaymıştır. Ancak teknolojinin gelişmesiyle bilgisayarların karar alma mekanizmaları giderek karmaşıklaşmıştır ve bazı şartlarda bilgisayarlar programcısının tahmin edemediği sonuçlar üretebilir hale gelmiştir.

Programların kullanıcısının beklemediği bir sonuç üretmesine dair verilebilecek en basit örnek, günlük hayatta bilgisayar programları kullanırken sıklıkla karşılaşılan beklenmedik yazılım hataları, “bug”lardır (McCormack vd., 2014, s. 135). Bilgisayar programlarında beliren görsel “bug”lar, 2000 sonrası dijital sanatta da bir üretim yöntemi olarak “glitch (aksaklık, arıza) sanatı” adıyla benimsenmiştir (Görsel 3.8.).



Görsel 3.8. Rosa Menkman tarafından üretilen glitch görseli (Özyurtçu, 2020, s. 80)

Ayrıca 21.yy'daki enformasyon miktarındaki artış hızı, bu enformasyonu çözümleyebilecek bir programın yazılmasını problemli hale getirmiştir. Artan enformasyon miktarına çözüm olarak kendi kendini programlayan ve yeni şartlara adapte olabilen yazılımlar yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Kendi kendine adaptasyon gösteren bir programda üretilen sanat eserleri ise programı ilk kodlayan sanatçının iradesi dışında gerçekleşeceği için eserin sahipliği ayrı bir soru olarak ortaya çıkmaktadır.

Yine de programlar, yazılımcı sanatçısının artık tahminini aşacak kadar karışık kurallar ve bu kuralları düzenleyen başka kurallar da içerse sonuç olarak sanatçının tanımladığı sınırlar içerisinde var olduğu iddia edilebilir. Bilgisayar alanındaki gelişmelerde sonucu üreten programı yazan üst sezgisel programlarda da sonuç sanatçı birey tarafından belirlenmiş olduğu için yine programın orijinal bir yaratıcılığa sahip olmadığı tartışılabilecektir.

Bu çalışmanın konusu modernist soyut heykelin biçimsel estetik değerleri bağlamında sınırlandırıldığı için estetik duyumsamanın insan algısının ürünü olduğu varsayımı kabul edilmektedir. “Makinelerin yaratıcılığı, Makinelerin sanat eserleri gibi fikirselle ürünlerin sahibi olabilmesi ve sanat eserinin estetik değerinin kaynağı” jeneratif

sanat konusu içerisinde önemli problemler olsa da bu çalışmanın kapsamı dışında oldukları için ele alınmayacaklardır.

“Düşünemeyen ve duygulara sahip olmayan bir sistem sanat üretebilir mi?” sorusu dijital sanat ile yeni ilgilenmeye başlayan herkesin aklına gelecek bir sorudur ve özünde “sanat nedir?” sorusunu barındırmaktadır [...] Jeneratif sanat, sanatı biçim veya izleyicinin estetik deneyimi olarak tanımlayan erken modern sanat kuramlarıyla uyumludur. Sanatı temsil olarak kabul eden kuramlar ise modern sanatın çoğu ile olduğu gibi jeneratif sanatın da çoğuyla uyumsuzdur. Jeneratif sanat, sanatın tarihsel ilişkiler, sanat kurumları ile ilişkiler, [Wittgenstein’in] ailesel benzerlik kuramı ve kültürel ilişkiler üzerinden tanımlandığı güncel kuramlara da uyumlu bir yapıdadır. Jeneratif sanat için en problematik sanat kuramı sanatın bir dışavurum işlevi olarak kabul edilmesidir. Bu durumda bilgisayarların dışavurumsal ifadelerle sahip olduğu kabul edilebilir mi? Veya bir bilgisayar sanatçısı tarafından öngörülemediği biçimler üretse bile bu biçimlerin sanatçının kişisel dışavurumları olduğu iddia edilebilir mi? Bu sorulara verilecek cevaplar bilgisayar öncesi jeneratif sanatsal üretimde aranabilir. John Cage’in ve William Burroughs’ın rastgeleliği kullandığı eserlerinin sanatçının ifadesini taşıdığı genel bir kabuldür. Bu örneğe göre dijital jeneratif sanatın da sanatsal dışavurum özelliği taşıdığı kabul edilebilecektir (Galanter, 2016, s. 169).

Gelenek sanat üretim yöntemlerinde sanatçı ve eser arasında neden-sonuç ilişkileri dolaysız olarak gerçekleşmektedir. Ancak sanat üretiminde bir araç olarak bilgisayarlar, karmaşık sistemler içerdiği için sanatçının öngöremediği işlemler gerçekleştirebilmektedir. Ayrıca bilgisayar bilimleri üzerine teknik bilgi gerektiren jeneratif sanat, biricik eserlerin üretiminde kullanılan geleneksel sanat araçlarından yapısal olarak farklı bir üretim yöntemi sunmaktadır. Bu sebeple jeneratif üretim yöntemlerinin geleneksel anlamda sanatsal bir üretim olmadığı algısı gelişmiştir (McCormack vd., 2014, s. 139).

Bu sorunun cevabının bulunması için geleneksel sanat üretim yöntemlerinin ele alınması gereklidir. Örneğin bir heykeltıraş mermeri şekillendirirken karşılaştığı gizli, yapısal bir arıza sebebiyle heykelin biçimini önceden tahmin edilemeyecek şekilde değiştirebilir. Üretme sürecinin sanatsal biçime etki etmesi modernist sanatın temellerinde yer alan bir kavramdır. Henry Moore “Heykeltıraş’ın Amaçları” adlı metninde malzeme ile direkt olarak çalışmanın koşullarını şöyle sıralar.

İlk olarak malzemenin hakikatine uyum [sadakat]; heykeltıraş malzeme üzerine direkt olarak çalışır böylece malzeme de fikrin şekillenmesine katkıda bulunur. Buna göre yontulan ahşabın damarları yontulan figürün omuzları, boynu, kafası ve saçlarının biçimini

belirleyecektir [...] üçüncü olarak doğal nesnelerin gözlemlenmesi; çakıl taşları, kemikler, ağaçlar ve deniz kabuklarının gözlemlenmesi ile biçim ve ritmin kuralları anlaşılabilir. [...] Son olarak canlılık; Heykelin nihai hedefi kendine ait, temsil ettiği nesneden bağımsız, güçlü bir canlılığa sahip olmasıdır (Moore, 1968, s. 69–72).

Moore’dan günümüze dek “çalışma sürecinin biçime etki etmesi”, “gözlem yoluyla doğanın kurallarının anlaşılması” ve bu süreçler ile birlikte heykelin “canlılık” değeri kazanması modernist soyut heykelde genel kabuller haline gelmiştir. Birinci bölümde de belirtildiği gibi modernist sanat, aydınlanma sonrası pozitivist düşüncenin dünyayı yorumlama yöntemini paylaşmaktadır. Ancak aydınlanmacı pozitivizm dünyayı Newton fiziği ile açıklanan mekanik sistemler olarak kabul etmiştir ve 20.yy’da değişen bilimsel bakışı içermemektedir (Kostelanetz, 1978). Mekanik neden-sonuç ilişkileri, karmaşık sistemler kuramları ile açıklanabilen hava durumu gibi doğa olaylarını açıklamakta yetersiz kalmaktadır. Jeneratif sanat, 20.yy’da doğadaki kuralları karmaşık sistemler ile açıklayan bilimsel bakış açısına uyumlu bir üretim sürecine sahiptir. Dolayısıyla teknolojinin gelişimi ile değişen sanatsal üretim süreçleri, modernist soyut sanatın temelinde yer alan “sürecin biçime etkisi” ve “doğanın kurallarının anlaşılması” fikirlerini sürdüren yöntemler olarak kabul edilebilmektedir. Burnham, teknik ilerlemelerin soyut sanat üretimine dahil olmasını modern sanatın doğal bir süreci olarak kabul etmiş ve şöyle açıklamıştır.

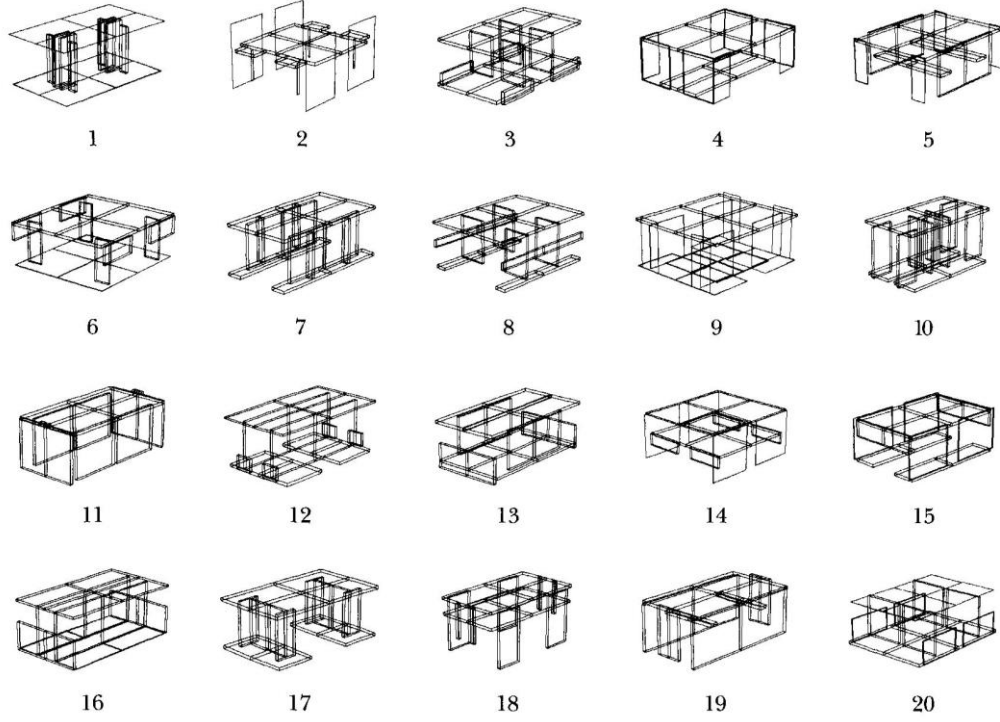
Bilim ve teknolojinin (veya tek kelime ile ifade etmek gerekirse tekniğin), heykeli orijinal seyrinden uzaklaştıran geniş bir etki yelpazesinde yalnızca bir etki olduğu iddia edilebilir. Ancak Batı kültürünün çoğu alanı, teknik gelişmeler sonucunda değişim göstermiştir. Hümanist ya da teknik olmayan bir ahlakın ön izlerini taşımaya devam ettikleri halde, sistematik olarak zayıflatılmış ve başka alanların içine özümsemişlerdir. Din, edebi imge, zanaat, drama, mimari, resim gibi geçmişte heykele yön veren güçler, teknolojinin yaratıcı gücünden kaçamamışlardır [...] Heykel ve teknik geniş bağlamda ele alındığında, insanın çevresini kontrol etme ve şekillendirme dürtüsünün uzantıları olmaları bakımından birbirleriyle ilişkilidir. Bu açıdan C. G. Jung, arkaik insanı “mantık-öncesi” olarak adlandırmış ve teknolojik insandan farkının yalnızca dünyayı kontrol eden güçler hakkındaki kabulleri olduğunu öne sürmüştür. [...] O halde heykel sanatı bu çalışmada, biçim üretmenin arkaik bir yöntemi olarak düşmanca ve yıkıcı sonuçlar taşıyan bir bakış açısına düşmüş olarak görülmektedir. Şu anda heykel sanatının içinde bulunduğu süreç, Orta Çağ sürecinde sihirsel bakıştan bilimsel bakışa geçişte yaşananları araştıran çalışmalardan tahmin edilebilecektir. Orta Çağ’da seküler ve dini tarafların tartışmaları, eski değerlerden ve etkili bir teknik sisteme geçiş ile sonuçlanmıştır (Burnham, 1987, s. 3).

Ayrıca geleneksel üretim sırasında asistan kullanılan eserler de dijital jeneratif sanat sürecine benzer yapıdadır. Eserin şekillenmesinde katkıda bulunan sanatçı asistanları sanatçının fikrini işleyen makinelerden farksız bir iş yapmaktadırlar. Yani jeneratif üretimde bilgisayar, bir atölye asistanı ile aynı işleve sahip olabilmektedir. Dolayısıyla asistanlar ile üretilen eserlerin sahipliği, bilgisayarlar ile üretilmiş jeneratif sanat eserler ile aynı sahiplik durumunu taşıdıkları söylenebilir.

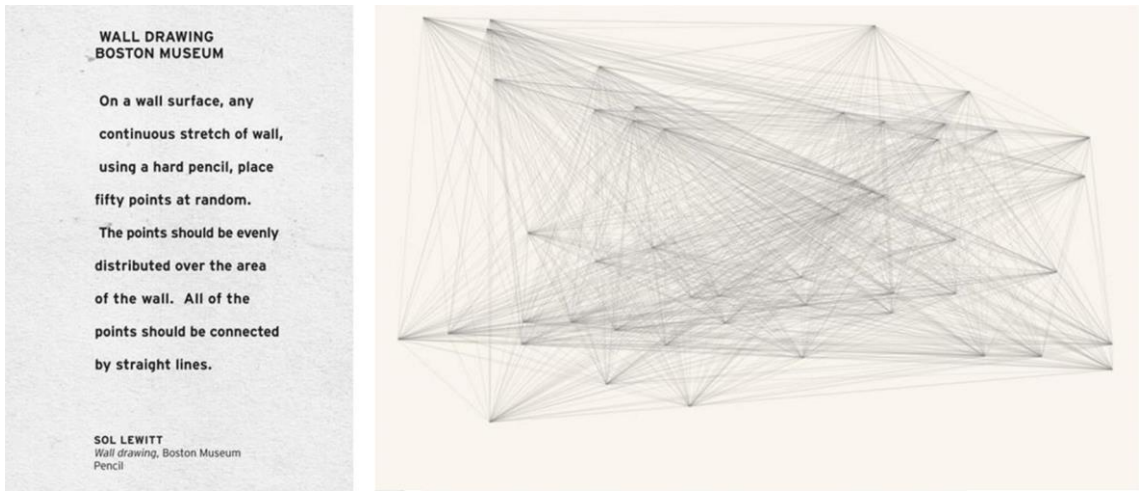
Geleneksel sanat üretim yöntemleri ile karşılaştırıldığında jeneratif sanatta karşılaşılan bir soru da sanat eserinin biricikliği problemidir. Elle üretilen sanat eserleri ile makinelerin kullanıldığı üretim süreci arasındaki farka değinen ilk metinlerden biri Walter Benjamin'in 1935 tarihli "Teknik Olarak Yeniden Üretilbilirlik Çağında Sanat Eseri" adlı makalesidir. Bu makalede sanat eserinde biricikliğin, eserin içinde bulunduğu zaman ve mekândan ayrılmaz ve kendi tarihini taşıyan bir nesne olmasından kaynaklandığını belirtilir. Benjamin'e göre sanat eserinin kopyalanması ve izleyicinin tercih ettiği herhangi bir zaman ve mekânda izlenebilir olması biriciklik değerini azaltacaktır. Benjamin buna örnek olarak bir dağı eteklerinden izlemek ve fotoğrafına bakmak arasındaki farkı gösterir. Ancak teknik yeniden üretimin sanat üzerine başka bir etkisini Benjamin şöyle açıklar "Dünya tarihinde ilk defa, mekanik yeniden üretim, sanat eserini ritüellere parazitsel bağımlılıktan kurtarmıştır. Ve dahası, yeniden üretilen sanat eseri, yeniden üretilbilirlik için tasarlanan sanat eseri haline gelmiştir" (Benjamin, 2008, s. 6).

Galanter'e göre jeneratif sanat biriciklik sorununa "Kitlesele üretilmiş biricik nesneler" kavramını ortaya koyarak cevap vermektedir. Mekanik yeniden üretim aynı nesnenin kopyalarını üreten bir süreçtir. Ancak bir jeneratif üretim sürecinde kurallı sistemlerin içerisinde rastgelelik elemanları bulunabildiği için aynı jeneratif sistem ile üretilen eserlerin her biri farklı ve biricik biçimler taşıyabilmektedir. Jeneratif sanatın bu özelliği hem dijital hem de geleneksel sanat bağlamında görülebilmektedir. Örnek olarak Görsel 3.9'da insan müdahalesi olmadan dijital jeneratif yöntemlerle üretilen nesneler kahve masası olma özelliğini sürdürdükleri halde birbirilerinden tamamen farklı biçimlere sahip olduğu görülmektedir (Görsel 3.9.). Görsel 3.10'da ise solda Sol LeWitt'in 1971'de Boston Müzesi için hazırladığı bir duvar çiziminin kuralları, sağda ise Mitchell Chan'ın 42 sene sonra bu kuralları uygulayarak Boston Müzesinde sergilenenden farklı bir biçim üretme örneği görülmektedir (Görsel 3.10.). Sol LeWitt bu

duvar resimlerini başkalarının onun resimlerini üretmesini sağlayan bir sistem olarak ortaya koymuştur ve bu tasarımları “fikir sanat üreten bir makine olmuştur” sözleri ile açıklamıştır (Galanter, 2016, s. 160–169).



Görsel 3.9. Dijital jeneratif süreçle üretilen 20 kahve masası varyasyonu (Bentley ve Corne, 2002, s. 90)



Görsel 3.10. (Solda) Sol LeWitt, “Duvar Çizimi #118” 1971 (Sağda) Mitchell F. Chan., Sol LeWitt Çeviricisi #118” 2013 (Bayraktar, 2017, s. 188)

Sonuç olarak, bilgisayarların jeneratif yöntemlerle ilk sanat üretimi Charles Babbage'ın mekanik bilgisayarlarının halı dokuması ile örneklendirilebilecek olsa da 21.yy'da tanındığı şekliyle dijital bilgisayarların, görsel sanatlar bağlamında ilk üretimleri 1960'ların başlarında gerçekleşmiştir. 1980'lerde ise teknik gelişmelerle birlikte, sanatçının dijital jeneratif üretim sürecine müdahalesinin giderek azaldığı yöntemler ortaya çıkmıştır (Dreher, 2014).

Jeneratif sanat özelliğinin bilgisayarlardan önce de var olduğu halde, bilgisayarlar ile jeneratif sanatın daha geniş bir alanda kullanılabilirliğinin sağlandığı görülmektedir. Örneğin, geleneksel kurallı jeneratif yöntemlerle heykel sanatında jeneratif olarak, basit geometrik kompozisyonların dışında, dinamik ve canlı bir kompozisyon üretilmesi daha zordur. Bunun sebebi üç boyutlu şekillerin sayısal olarak resim gibi iki boyutlu sanatlardan daha karmaşık bir sisteme sahip olmasıdır. Teknik gelişmelerin çözümlenebilir hale getirdiği bu karmaşık sistemler, jeneratif sanat yöntemlerinde kullanılabilir hale gelmiştir. Böylece, sanatın dijital jeneratif teknikler ile üretiminin modernist soyut sanatın temelinde yer alan, bilimsel dünya görüşünü sürdürmesi bağlamında, “doğadaki kuralların anlaşılması ve uygulanması” fikrine uyum sağladığı söylenebilecektir.

21.yy.'da jeneratif sanat üretiminde kullanılabilecek, şekilsel gramerler, geometrik formüller, sezgisel algoritmalar, evrimsel bilgisayar, genetik algoritmalar ve bunların cinslerini içeren birçok yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemlerin ve cinslerinin ayrıntılı bir biçimde farklarının gösterilmesi ve çözümlenmesi, matematik, fizik, biyoloji ve bilgisayar mühendisliği alanlarına ait çalışmaların konusuna girmektedir. Bu tez çalışmasının problemi soyut heykel sanatının jeneratif süreçle üretimi olduğu için teknik incelemeler sanatçının üretim sürecine etkisi bağlamında sınırlandırılmıştır.

Bu sınırlandırma bağlamında dijital jeneratif sanat, algoritmaların sanatçı tarafından belirlendiği ve algoritmaların bilgisayar tarafından belirlendiği yöntemler olarak iki başlıkta incelenecektir. Bu kategorizasyon yapılırken, Gürsel Dino, Oxman, Arida, Galanter ve Zhang'ın jeneratif sanat kuramını üzerine kategorizasyonları temel alınmıştır. Galanter 2016'da yazdığı “Jeneratif Sanat Teorisi” makalesinde dijital jeneratif sanatı karmaşık sistemler ile ilişkilendirmiş ve temel aldıkları karmaşık sistemlerin yapılarına göre tanımlamıştır (Galanter, 2016). Zhang ise 2012'de yazdığı makalesinde jeneratif yöntemleri bilgisayarlı karmaşıklık (makine zekasının sürece

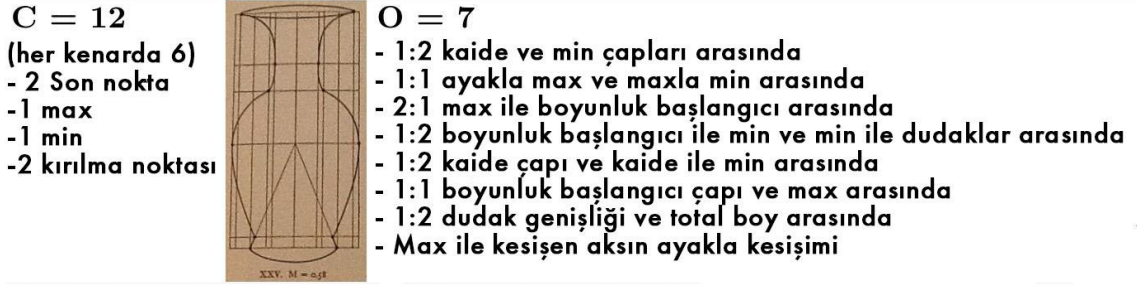
katılımı) oranı üzerinden dört kategoriye ayırmıştır (Zhang vd., 2012). Gürsel Dino, Oxman ve Arida ise çalışmalarında jeneratif sistemleri dilsel ve biyolojik modeller olarak kategorilendirmiş ve sanatçının bu modelleri kullanarak tasarım üretme olanağını incelemiştir (Arida, 2004; Gürsel Dino, 2012; Oxman, 2006).

3.2. Algoritmaların Sanatçı Tarafından Belirlendiği Dijital Jeneratif Sanat Sistemlerinin İncelenmesi: Gramer Temellilik

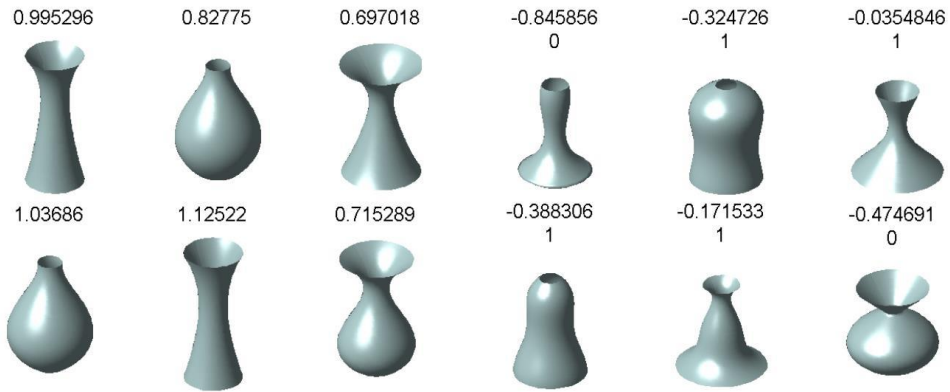
Bilgisayarlar sanat üretmekte kullanılan bir alet olarak ele alındığında, geleneksel aletlerden farklı bir çalışma prensibi sunmaktadır. Geleneksel aletler sanatçı tarafından direk olarak eserin üretiminde kullanılırken, bilgisayarlar sanatçının yöntemini kullanarak üreten bir üst-alet işlevi taşımaktadır. Buna göre, dijital olarak jeneratif üretim yapan bir sanatçı, bir sanat eserinin biçimini değil, belirlediği biçime sebep olacak kurallar dizisini ortaya koyan kişi haline gelir (Bret, 1988).

Enformasyon estetiği, sanat üretiminde kullanılacak jeneratif algoritma yapısının temellerini ortaya koyan bir kuram olmuştur. Birkhoff'un estetik ölçüm için ürettiği $M=OxC$ formülü, Shannon'un enformasyon teorisi ve bunlar üzerinden geliştirilen Bense ve Moles'un enformasyon estetiği kuramları, ve bundan yola çıkan karmaşıklık ölçümleri kuramları, sanat üzerine objektif ölçümler koyabilmeyi amaçlamıştır. Bu kuramların ortak yönü geometrik formüller ve dilsel kuralların oluşturduğu algoritmalara dayalı olmalarıdır (Dreher, 2014).

Dilsel kurallar ve geometrik formüller ile kurulan jeneratif süreç iki yapının birleşimidir. Kompozisyon kuralları bu algoritmaların grameri, bu kurallar ile üretilen biçimler de bu algoritmalarından üretilen biçimler olarak anlaşılabilecektir (Gürsel Dino, 2012, s. 209). Bu formüller jeneratif amaçla kullanıldığında aşağıdaki gibi üretimlere ulaşabilmektedir (Görsel 3.11. ve 3.12.).



Görsel 3.11. Birkhoff'un vazo biçimini formülizasyonu (Hutchison vd., 2013, s. 61)



Görsel 3.12. Birkhoff'un formülizasyonu üzerine jeneratif olarak üretilen vazolar (Hutchison vd., 2013, s. 68)

Algoritmik kurallara dayalı enformasyon estetiği, bilgisayarların sayısal ve kurallı süreçlerle kurduğu bir estetikdir. Bu kurallı yapı sebebiyle kişisel duyumsamalar, genel kabuller ve deneylerde ortalaması alınmış bir standarda indirgenmek zorundadır. Algoritmalar üzerinden kurulacak bir genel estetik formüller bu sebeple, bireyin kişisel değerlendirmesini göz ardı etmek durumundadır (Nake, 2012b, s. 72).

Sanat eserleri üzerine ölçümler yapan algoritmalarda, önceki bölümlerde de belirtildiği gibi, sanatın geneli üzerine çözümlemelerde problemler olduğu görülmüştür. Bunların arasında belki de en önemlisi farklı biçimler için üretilen alt formüllerin subjektif değerlere dayanması dolayısıyla objektif bir genel kural oluşturamamasıdır. Genel amaçla üretilen algoritmaların, spesifik biçimler üzerine tutarlı sonuç vermesine rağmen tüm biçimlere uygulandığında başarısız olduğu söylenebilir.

McCormack genellenmiş jeneratif algoritmalarla üretilen estetik nesneleri şöyle özetlemiştir:

Eğer bir estetik ölçü üretilebilirse, bu ölçü kullanılarak estetik nesneler üretilebilir. Bu estetik ölçü, kişisel zevkler ve tercihleri içerecek şekilde üretilebilirse, üretilecek estetik nesneler her birey için farklılıklar taşıyacaktır [...] Jeneratif sanat, üretim sürecinin formüle edilmesi üzerine kurulu olduğu için bir sanatçının başka bir kişi tarafından üretilmiş bir kural sistemi ile çalışması problematiktir. Günümüzde bilgisayarların ürettiği sanat adıyla görülen eserlerde biçimsel benzerliklerin görülmesi bu sebeple ilişkilendirilebilir (McCormack vd., 2014, s. 136–139).

Eğer bir jeneratif üretim sisteminde her biçim kategorisi için ayrı bir algoritma üretilmesi gerekliyse bu algoritmalar, onları formüle eden kişilerin öznel yorumlarından bağımsız olamayacaktır. Geleneksel bağlamda üretim yapan soyut sanatçıların çalışma sürecinin yeni biçimler ve biçimsel ilişkiler üretmek olduğu kabul edilirse bu durumda her sanatçı için bir algoritma üretilmesi gerekecektir. O halde jeneratif algoritmalar ile üretim yapan her sanatçının kendi biçimsel sistemini tanımlayan bir algoritma üretmesi gereklidir.

Bir soyut sanat eserinin üretim biçimini sayısal ve sembolik formüllerle tanımlamak için öncelikle sanatçı tarafından, önceki bölümlerde belirtilen kontrast, denge, ritim gibi biçimsel kurallar belirlenmeli sonra da düzen ve karmaşıklık ile harmoni ilişkileri tanımlanmalıdır. Bu kuralları içeren bir algoritma, seçilen biçimleri belirlenmiş düzenle oluşturur ve rastgele elemanlar ekleyerek sanatçının belirlediği dinamik harmoniye sahip bir kompozisyona ulaşacaktır (Knight ve Stiny, 2015; McCormack vd., 2014; Stiny ve Gips, 1971; Zhang vd., 2012).

Jeneratif biçimlendirme süreci dört aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak sanatçı tarafından bir başlangıç ögesi belirlenmeli, bu ögenin işleme gireceği kurallar belirlenmeli, bu kurallar uygulanmalı ve çıkan biçim sanatçı tarafından seçilmelidir. Sanatçı çıkan biçimi tercih edene kadar süreci tekrar çalıştırıp farklı sonuçları inceleyebileceği için jeneratif sürecin sanatçının tercihi ile bittiği kabul edilmektedir (Gürsel Dino, 2012, s. 209).

Almanya’da 1960’ların başlarında Max Bense’nin çalışmalarından etkilenen, Georg Nees, Michael Noll ve Frieder Nake enformasyon estetiği kuramı ile üretim yapan

ilk dijital jeneratif sanatçılardır. Noll, Nake ve Nees'in çalışmaları tamamen enformasyon estetiği temelli matematiksel algoritmalar ile üretilmiştir.

İlk dijital jeneratif sanat sergisi Georg Nees tarafından Bense'nin enstitüsünde 5 Şubat 1965'de gerçekleştirilmiştir. Sergi broşüründe yer alan 'Jeneratif Estetik' bu kavramın ilk kullanımı olarak kabul edilmektedir ve Nees tarafından "Jeneratif estetik [...] nesnelere uygulandığında estetik durumlar üretmek amacıyla kullanılabilecek tüm işlemlerin, kuralların ve teoremlerin kombinasyonunu ima etmektedir" şeklinde açıklanmıştır (Nake, 2012b, s. 69).

İlk dijital jeneratif üretimlerin yapıldığı sistem dört elemandan oluşan bir algoritmaya dayanmaktadır:

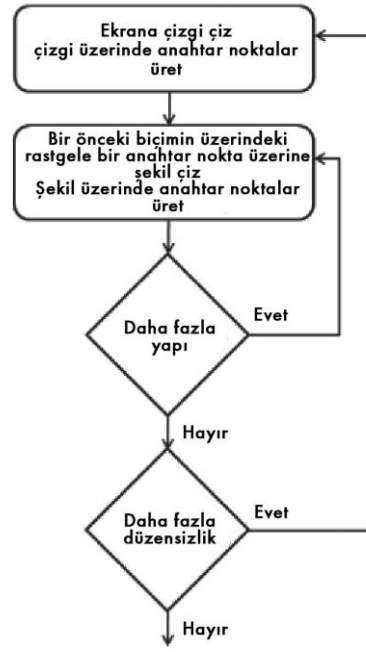
1- Veri tabanında saklanmak üzere seçilen biçimsel öğeler: noktaların bilgisayar tarafından bileştirilmesi ile üretilen çizgilerin bütünü.

2- Bu öğelerin birleştirileceği gramer: tüm kompozisyonu organize eden kurallar oluşturarak, biçimsel öğelerin aralarındaki ilişkiye göre pozisyon ve uzunluk değerlerinin değiştirilmesi. Bu öğeler, kompozisyonun genel kuralının yanı sıra lokal öğelerle ilişki içerisinde de kombinasyonel olarak biçim değişikliğine uğramaktadır.

3- Rastgelelik üreticisi: rastgele öğelerin seçilmesi ve her lokal grupta ayrı bir kombinasyon kullanılması sağlanarak genel biçimde farklılıklar üretilmesi.

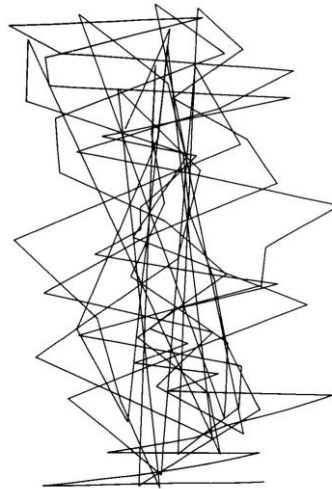
4. Programın hangi sıklıkla öğeleri seçebileceğinin belirlenmesi: kombinasyon yöntemleri ve biçimsel öğeler seçimindeki sınırlandırması hem lokal grupların hem de tüm kompozisyonun biçimini etkileyen bir diğer elemandır (Dreher, 2014, s. 61)

Bu kurallara göre üretilen bir algoritmanın adımları, her sanatçının kendi kurallarına göre modifiye edildiği takdirde onun biçimsel dilini kullanan bir jeneratif üretimi sağlayabilecektir (Görsel 3.13.).



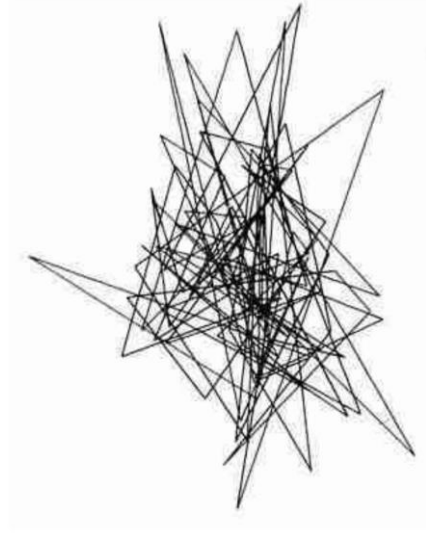
Görsel 3.13. Basitleştirilmiş örnek jeneratif resim üretim algoritması (Zhang vd., 2012, s. 247)

Noll, düzenli algoritmik sistemlere rastgelelik fonksiyonları ekleyerek sanatsal üretim yapan ilk sanatçılardan biridir. Görsel 3.14 ‘te verilen 1962 tarihli “Gaussian Quadratic (Kuadratik Gauss dağılımı)” adlı eserinde, Gauss tipi matematiksel rastgelelik formülünü kullanarak 100 nokta bir düzleme rastgele dağıtılmış ve kuadratik denklemler kullanılarak çizgisel biçimler oluşturulmuştur. Bu şekilde çizgilerin rastgele olarak yön değiştirmesini sağlanmaktadır (Galanter, 2016, s. 161).



Görsel 3.14. Michael Noll, “Kuadratik Gauss tipi dağılım”, 1963 (Galanter, 2016, s. 161)

Nake'in 1963 tarihli “Random Polygon Moves (Rastgele Poligon Hareketleri)” adlı çalışması da (Görsel 3.15.) Noll'ün çalışmasına benzer bir biçimde bir rastgele rakam üretici formül ile üretilen noktaların çizgiler ile birleştirilmesine dayalıdır (Dreher, 2014, s. 72).



Görsel 3.15. Frieder Nake, “Rastgele Poligon Hareketler”, 1963 (Dreher, 2014, s. 72)

Nees'in 1964'de ürettiği “23 Köşe” adlı çalışması yine çizgilerin rastgeleliği üzerine kurulmuştur ancak rastgele noktalar ile üretilmemiştir. 23 Köşe eserini üreten jeneratif algoritma günlük dilde şu şekilde ifade edilebilmektedir (Görsel 3.16.):

Verilen kare biçimindeki yapının istediğin yerinden başla, 23 düz çizgi segmentinden oluşan bir poligon çiz. Rastgele boylara sahip çizgileri sırayla yatay ve dikey yap. Yatay olarak rastgele sola veya sağa git, dikey olarak rastgele yukarı veya aşağıya git. Bitirmek için ilk ve son nokta arasında çapraz bir çizgi çek (McCormack ve d'Inverno, 2012, s. 69).



Görsel 3.16. Georg Nees, “23-Köşe”, 1964 (Dreher, 2014, s. 70)

Önceden de belirtildiği gibi jeneratif sanatın pratikte anlamlı bir üretim aracı olabilmesi için tüm sanatı kapsayan genel bir formül değil her sanatçının kendi biçimsel üretimini ifade edebilecek öznel algoritmalar sunabilmesi gerekmektedir. Sanatçının kişisel stilinin algoritmalar ile ifade edilebilmesi aynı zamanda dijital jeneratif sanatta biriciklik sorununun devamı olarak da görmek mümkündür. Nees, Noll ve Nake’in çalışmalarında eserin biçimlenmesinde matematiksel rastgelelik formülleri kullanılmıştır. Ancak geleneksel soyut sanat üretimindeki biçimsel çeşitlilik incelendiğinde matematiksel rastgeleliklerin çoğu sanatçının üretim biçimine uygun olmadığı açıkça görülmektedir.

Bu soru aynı zamanda sergisi sırasında Georg Nees’e de sorulmuştur. Nees ise cevap olarak bir sanatçının üretim sırasında bilinçli veya bilinçsiz olarak aldığı kararların dilsel olarak açıklanmasının bir algoritma olarak kodlanmasına yeterli olacağını söylemiştir.

Bir sanat profesörü [dijital jeneratif] işlemi gördüğünde ‘Peki, benim fırça tutuşum ve tuşlarım gibi (in meinem duktus) yapabilir mi?’ diye sormuştur. Nees bu soruya klasik bir mühendis cevabı vermiştir: ‘yapabilir, eğer siz nasıl yapabildiğinizi açıklayabilirsiniz’. Bu cevap geleneksel sanat üretimdeki sezgisel eylemlerin dilsel olarak formüle edilebilmesi ile

algoritmik olarak formüle edilebilmesi arasındaki ilişkiyi göstermektedir (Nake, 2012b, s. 70).

Sanatçılar üretimleri sırasında, bilinçsiz olarak bazı jestler, küçük hareketler ve geliştirdikleri bazı kuralsız ve sezgisel davranışlar sergilemektedir. Nees'in deyiimiyle sanatçının sergilediği bu rastgelelikler, dilsel ve algoritmik kurallarla açıklanabildiği takdirde bilgisayarlar tarafından da üretilmesi mümkündür.

Burada akla gelecek bir soru sanatçıların bilinçli olarak rastgele eylemlerinin nasıl algoritmik olarak açıklanacağıdır. Geleneksel sanatlarda rastgeleliğin farklı biçimlerde üretim sürecine katıldığına dair örnekler de önceki bölümlerde verilmiştir. Bunlar Henry Moore'un çalıştığı malzemenin yapısına göre biçimsel değişiklikler uygulamasından, Jean Arp'ın doğada sezdiği karmaşıklık olgusunu rastgele eylemlerle sanatına taşıma çabasına kadar geniş bir skalada kullanılmış rastgelelik eylemleridir.

Sayısal olarak rastgelelik ise 2.2. Bölümde örneklendiği gibi, bir dizi ögenin sıkıştırılmaz özellikler taşıması ile tanımlanmaktadır. Bilgisayarlar tamamen rasyonel bir sistem ile çalıştığı için deterministik bir yapıdadır. Yani bilgisayar algoritmalarında gerçek bir rastgelelik oluşturmak mümkün değildir. Zar atmak gibi olaylar kendiliğinden rastgele iken, bilgisayarda atılan zarların rastgeleliği matematiksel olarak simüle edilmektedir. Bu simülasyon rastgelelikler fraktallar, bifurkasyon (logistic map) gibi matematiksel fonksiyonlar ve canlıları etkileşimi veya doğa olaylarının simülasyonu gibi süreçler ile üretilmektedir. Ancak ulaşılan simüle rastgelelik, temelinde deterministik özellik taşımakta ve sadece görünürde rastgelelik sağlamaktadırlar (Scott, 2009).

Sanat tarihinde rastgeleliği bir araç olarak kullanan, sürrealizm, biyomorf, fluxus vb. akımların rastgelelik biçimleri incelendiğinde hepsinin rastgelelik üretmek için bir metot kullandığı görülmektedir. Bunun sebebi insanın rasyonel zihninin rastgele kararlar vermekte zorlanması ve istemsizce düzen ilişkileri kurması özelliğidir. Örneğin, önceki bölümlerde belirtildiği gibi, Jackson Pollock'un rastgele olduğu düşünülen soyut resimleri fraktal geometri ile açıklanabilen düzen ilişkileri taşımaktadır. Sanatçılar farklı sebeplerle rasyonel zihnin kurduğu düzen ilişkilerinin dışına çıkmak amacıyla çeşitli olay ve olgulardaki rastgele ilişkileri eserlerine aktarmıştır.

Benzer biçimde bilgisayarda bir işlemin gerçekten rastgele olması için sık kullanılan bir yöntem, bilgisayarın *zihni* dışından bir "tohum" (seed) belirlemektir.

Örneğin dış dünyada gerçekleşen, zar atmak gibi bir rastgele eylem bilgisayarın algoritmik olarak daha karmaşık hale getirebileceği bir tohum olarak kullanılabilir (McCormack vd., 2014, s. 138). Tohum olarak kullanılacak veri tıpkı geleneksel rastgelelik kullanan sanatçılar gibi, sanatçının amacına bağlıdır. Zar atmanın dışında borsanın anlık dalgalanmaları veya bir FMRI beyin taramasından alınan veriler jeneratif bir algoritmadan çıkacak biçimi yönlendiren tohumlar olarak alınabilir. Tıpkı geleneksel sanat üretiminde kullanılan rastgelelik araçlarının özelliklerinin sanat eserine geçtiği düşüncesi (rüyalardan ilham alınarak yapılan sanat eserlerinin bilinçdışını yansıttığı kabulü) gibi dış dünyadan alınan bir rastgelelik tohumunun da üretilen dijital jeneratif sanat eserine anlamsal bir etkisi olduğu söylenebilir.

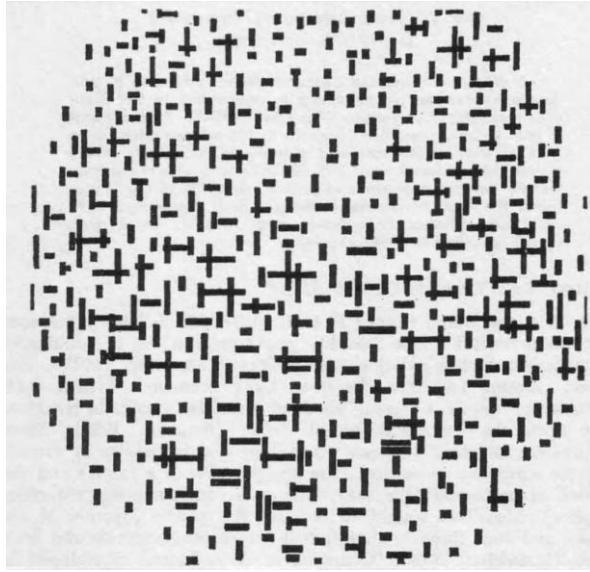
Bu durumda üretilen jeneratif eser alınan verinin temsili veya görselleştirilmesi olduğu iddia etmek mümkündür. Eğer alınan veri gerçeklikteki biçimsel bağlamına analog ilişkiler içerisindeyse dijital bir maket, yeni bir bağlamda haritalanması durumunda ise soyut biçime sahip bir temsil işlevine sahip olacaktır. Tıpkı izlenimcilerin doğada gördüklerini bilimsel illüstrasyon stilinde değil kendi biçimsel kuralları ile yeniden üretmeleri gibi sanatçıya özel üç boyutlu bir jeneratif algoritma, nesneleri sanatçının stilinde soyutlayan bir araç haline gelecektir (Bret, 1988).

O halde Nees'in anekdotunda geçtiği gibi bir sanatçının rastgeleliği hangi bağlamlarda ve hangi amaçla kullandığı dilsel olarak ortaya konabildiği takdirde dijital jeneratif algoritmalar bu rastgeleliği anlamlı bir estetik biçim üretiminde kullanabilmektedir. Bu şekilde tasarlanmış dijital jeneratif sistemler yapay zekâ olarak tanımlanabilmektedir. Yapay zekâ makinelerin çevrelerini yorumlama ve karar verme kapasitesine işaret eden bir kavramdır ve birçok farklı yöntemi kapsayan bir şemsiye terim olarak kullanılmaktadır. Bentley dilsel kurallara bağlı yapay zekanın sanat alanında kullanımını çalışmalarını üç kategoride ele almıştır. Bunlar bilgi temelli sistemler (knowledge-based systems), gramerler ve arama algoritmalarıdır (Bentley ve Corne, 2002, s. 36).

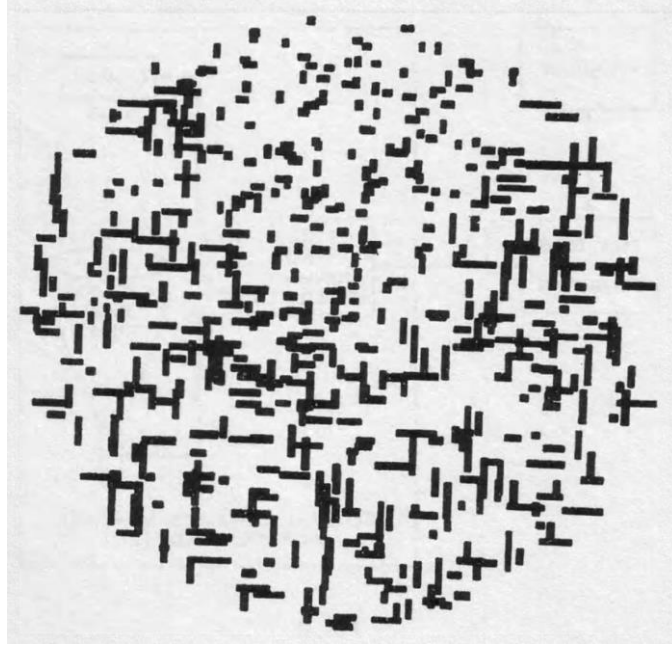
Bilgi temelli sistemler, belirli bir alanda uzman kişiler tarafından oluşturulan kurallara dayalı çalışan jeneratif sistemler olarak tanımlanır. Bu sistemler ancak her alan için uzman kişiler tarafından belirlenmiş bir çerçevede çalıştığı için sanatın genelinde yaratıcı bir tasarım yapamadıkları kabul edilmektedir. Ancak belirli bir biçimsel stilin kuralları verildiğinde o stil içerisinde sınırlı olmak şartıyla yeni ve kullanışlı sonuçlar

sağlayabilmektedirler. Örneğin bir sanatçı kendi biçimsel stili üzerine en uzman kişidir ve kendi stilinin bilgilerini algoritmik kurallar halinde sunması sadece kendisi için geçerli bir jeneratif üretim sistemi ortaya koyacaktır (Bentley ve Corne, 2002; McCormack ve d’Inverno, 2012).

Michael Noll 1964 yılında, Mondrian’ın 1917 yılında yaptığı yatay ve dikey çizgilerden oluşan “Çizgilerle Kompozisyon” adlı eserinin kurallarını çözümlemiş ve bu kurallar ile bir jeneratif algoritma üretmiştir. Noll’un matematiksel rastgeleliğe göre değişkenlik gösteren algoritması böylece “Çizgilerle Kompozisyon” eserinin varyasyonlarını üreten bir makine haline gelmiştir. Üretilen eserin estetik değerini ölçmek için 100 kişi üzerinde bir deney gerçekleştirilmiştir. Bu deneyde katılımcılardan Mondrian’ın orijinal eseri (Görsel 3.17.) ve bilgisayar ile jeneratif olarak üretilen eseri (Görsel 3.18.) arasından tercih yapılması istenmiştir ve sonuç olarak katılımcıların çoğu bilgisayar üretimini beğenmiş ve orijinal zannetmiştir (Feijs, 2004; Galanter, 2016).

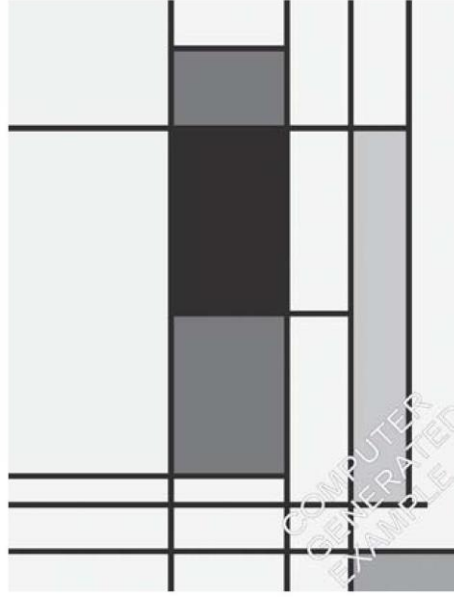


Görsel 3.17. Piet Mondrian, “Çizgilerle Kompozisyon”, 1917 (Noll, 1966, s. 2)

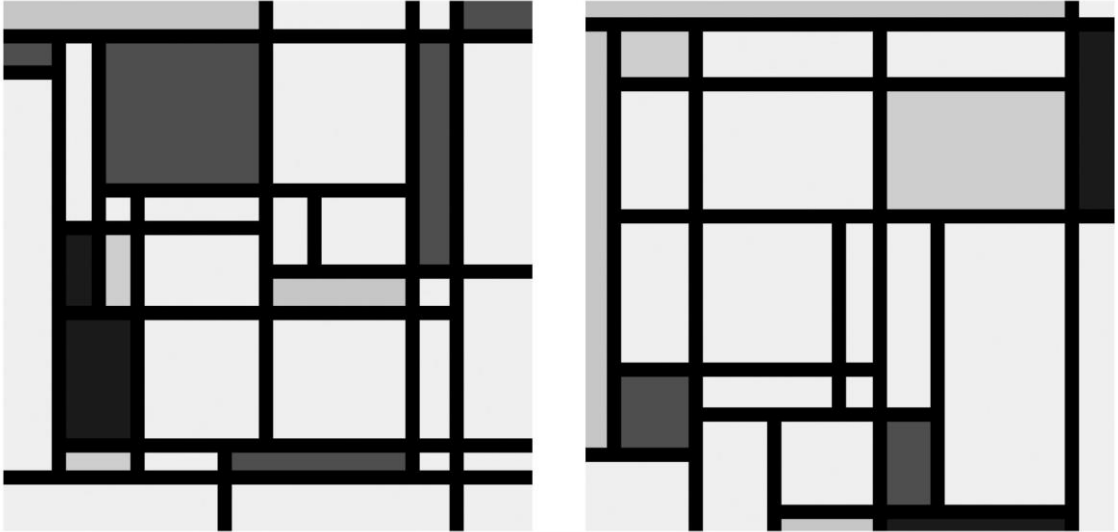


Görsel 3.18. Michael Noll “Çizgilerle Bilgisayar Kompozisyonu” 1964 (Noll, 1966, s. 4)

Noll’un bu çalışması her ne kadar basit bir kompozisyonu temel alsada burada kısıtlayıcı etmen jeneratif sistemlerin kapasitesi değil teknik yetersizliklerdir. Mondrian’ın matematiksel olarak açıklanmaya müsait geometrik kompozisyonları Noll’dan sonra da jeneratif sistemlerin kapasitesini göstermek için bir araç olarak kullanılmaya devam etmiştir. 2004 yılında Loe Feijs (Görsel 3.19.) ve 2012 yılında Kang Zhang (Görsel 3.20.) tarafından bilgi temelli algoritmalar kullanılarak üretilen jeneratif Mondrian örneklerinde, gelişen teknik imkanlarla birlikte jeneratif sanatın üretim olanağının da genişlediği görülmektedir.



Görsel 3.19. Feijs tarafından üretilen Mondrian'ın stilini taşıyan jeneratif çalışmalar (Feijs, 2004, s. 219)



Görsel 3.20. Zhang tarafından üretilen Mondrian'ın stilini taşıyan jeneratif çalışmalar (Zhang vd., 2012, s. 246)

Yapılmış eserlerin sahtelerini üretmek sanatsal açıdan yeni bir biçim üretmek anlamına gelmese de jeneratif kurallarla üretilen sahte eserler sanat eserinin anlaşılması açısından önemlidir. Stiny jeneratif olarak varyasyonu üretilen eserler için şöyle söylemiştir:

Sahtekâr olmak bir şekil gramercisi için büyük bir övgüdür. Şekilsel gramerlerin bir kullanım amacı da bilinen bir stilde yeni şeyler -sahteler- üretmektir (...) [Orijinal ve jeneratif varyasyonları karşılaştırsak] Hangisi sahtedir? Nasıl cevap verirsiniz verin yanlış olmayacaktır. Sahteler üretmek bir stili ne kadar iyi anladığınızı görmenizi sağlar (Stiny, 2006, s. 48).

Bentley'e göre yapay zekâ çalışmalarında bir diğer alan da gramerlere bağlı algoritmalarıdır. Gramerlerle şekilsel üretim 2.3.4. Bölümde İlhan Koman'ın "Sonsuzluk Eksi Bir" serisinde ürettiği heykellerinin algoritmik analizi bağlamında ele alınmıştır. Burada ise şekilsel gramerler jeneratif üretim bağlamında incelenecektir. Gramerler bilgisayar bilimlerinde doğal dillerin anlaşılması ve çeviri araçlarının geliştirmesi gibi alanlarda kullanılmaktadır (Knight ve Stiny, 2015; March, 2011). Bir soyut sanat eserinin biçimsel de stili yapay bir dil olarak ele alındığı taktirde tıpkı bir cümlemin İngilizce'den Türkçe'ye yapay zekâ tarafından çevrilebilmesi gibi bir biçimsel stilin de başka bir stile çevrilebilmesi mümkündür. Şekilsel gramerlerde de sanat eserinin biçimsel kurallarının belirlenmesi için için uzman bilgisi kullanıldığını söylenebilecektir. Stiny, şekilsel gramerlerle jeneratif üretim yapılabilmesi için sanat eserinin biçimsel özelliklerinin bir uzman yani sanatçının kendisi tarafından algoritmik kurallar halinde belirlenmesi gerektiğini söylemiştir (Stiny ve Gips, 1978). Bu yüzden bilgi temelli algoritmalar olarak kabul edilebilmektedirler. Ancak bilgi temelli algoritmaların aksine şekilsel gramerler ile tıpkı doğal dillerde karşılaşılan kuralsız cümlelerle yeni estetik biçimler üretilebilmesi gibi (örn. şiirde parataksisin biçimsel bir araç olarak kullanılması) yeni biçimlerin üretilmesi mümkündür (Bentley ve Corne, 2002, s. 36).

Sanat üretiminde kullanılan bilgi temelli algoritmalar ve şekilsel gramerleri ayıran özelliklerden biri de sembolik ve şekilsel işlemler arasındaki farkta görülmektedir. Stiny şekilsel gramerleri, sembolik araçlar (matematiksel işlemler) ile şekilleri birleştiren bir hesaplama yöntemi olarak tanımlamıştır. Şekilsel gramerler, doğrudan şekiller üzerine geometrik işlemler gerçekleştirerek bir kompozisyon üretirken, bilgi temelli algoritmalar kompozisyonu sayısal (sembolik) işlemlerin sonucunda üretmektedir (Stiny, 1991, s. 181). Stiny'ye göre sembolik araçlar ile yapılan jeneratif işlemler önceden belirlenmiş bir tanım ile sınırlandırılırken, şekilsel gramerler ile yapılan jeneratif işlemler şekillerin tanımlanmasındaki muğlak yapıdan ötürü herhangi bir tanıma bağlı kalmadan işlem yapma olanağı sağlamaktadır. Buna göre sanatçının belirlediği şekilsel gramerler ile jeneratif üretim yapan bir bilgisayar, sınırlı sayıda şekil ve kuralı kullanarak sınırsız

sayıda biçim üretebilmektedir. Kurallar her uygulandığında farklı bir biçimsel permütasyonla karşılaşmak mümkündür. Jeneratif kurallar ile üretiminde biçimsel varyasyona sahip sonuçlar üretmesi bilgisayarla jeneratif tasarım yapmanın temelinde yer almaktadır. Çünkü bu belirsizlik yapısı, geleneksel yöntemlerle tasarım yaparken yeni bir fikir üretmeye benzer biçimde sanatçının tahmin edemeyeceği yeni bir biçim üretme potansiyeli taşımaktadır. Ayrıca Şekilsel gramerlerde biçimsel kurallar açık uçlu bir süreçle uygulandığı için şekillerin muğlak yapısı içerisinde hangi değişimlerin gerçekleştirileceği sanatçının tercihinine bağlıdır (McCullough vd., 1990, s. 29–30; Stiny, 1991, s. 175, 2006, s. 55)

Şekilsel gramerler boşluk da dahil olmak üzere bir biçimsel durum ile işleme başlamaktadır. İşlemler iki aşamalıdır, birinci aşama o anda verilen biçimin tanınması, ikinci aşama ise tanınan biçime uygun geometrik işlemin gerçekleştirilmesidir. Bu işlemler şekillerin birleşmesi, ayrılması, hareket etmesi, yön değiştirmesi gibi basit geometrik hareketler ve bunların birleşimlerinden oluşmaktadır. Yani A ise B türünden bir önerme, şekilsel gramerlerde “A şekli görülen yerde A’yı sil ve yerine B şeklini koy” işlemini gerçekleştirecektir. Burada A yerine konulan B, yeni bir şekil veya A şeklinin bir değişimi olabilecektir (Martino, 2010, s. 334). Şekilsel gramer ile üretim, Birkhoff’un estetik ölçümüne benzer bir ölçüm algoritması (E_z) ile ölçülerek otomatize edilebilir veya bir sanatçı tarafından her aşamada farklı bir işlem seçilerek yapılabilir (March, 2011; Stiny ve Gips, 1978, s. 95–102).

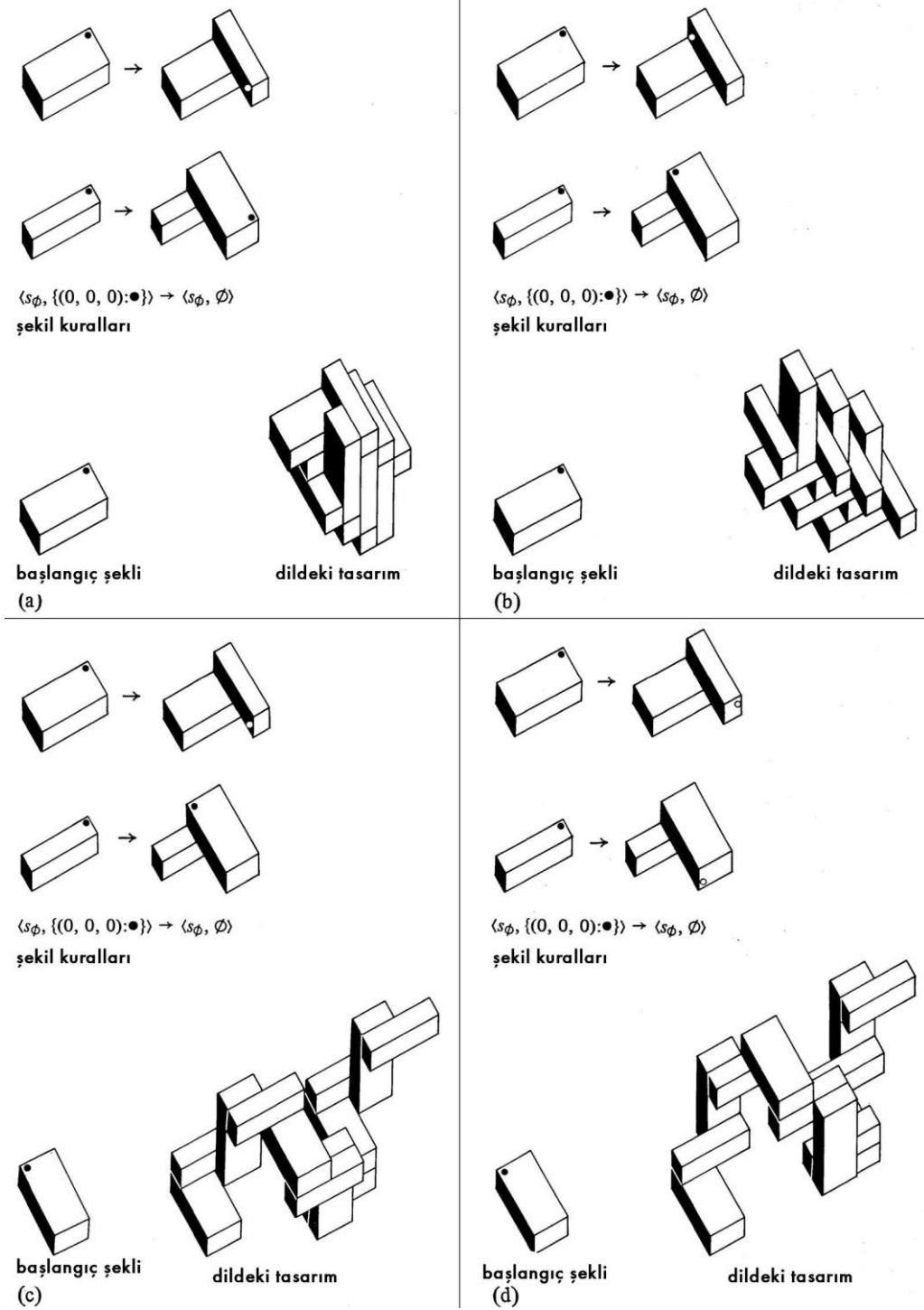
Stiny ve Gips şekilsel gramerler sistemini oluştururken geleneksel güzel sanatlar eğitiminde verilen tasarım kurallarından yola çıkmışlar ve bu kurallara dayalı geleneksel sanat üretim yöntemini değiştirmeyi amaçlamışlardır (Stiny, 1980). Bu iddianın anlaşılabilmesi için geleneksel sanat üretiminin yapısı incelenmelidir. Modernist güzel sanatlar eğitimi üzerindeki etkisi yadsınamayan tasarım yöntemleri ve biçimsel kompozisyon kuralları ilk defa Bauhaus okulu tarafından bir sanat üretim yöntemi olarak ortaya konulduğu söylenebilecektir. Bauhaus okulu modernist sanat için temel tasarım kurallarını oluştururken geleneksel sanatın tüm kurallarından koparak doğadaki kuralların yapısında yeniden inşa etmek üzerine kurmuştur. Bauhaus’a göre kişi ancak el işçiliği ve tasarım kurallarını öğrenebilir fakat sanat öğretilemeyen sezgi, deha ve ilhama bağlı bir kavramdır (Klee vd., 1969).

Geleneksel üretimde sanatçının tasarım kuralları ve işçilik bilgisi, jeneratif üretimde sanatçı tarafından belirlenen gramerlere aktarılabilir. Stiny’ye göre şekilsel gramerlerin verilen kurallar içerisinde yeni biçim üretebilmesi sayesinde, jeneratif üretim süreci geleneksel üretim sürecinin yerini alma kapasitesine sahip olacaktır. Stiny ve Gips’in şekilsel gramer çalışmalarında, sanat üretim sürecini sanatçının dışına taşıyarak sanatçıyı sadece üretilen biçimler arasından tercih etme noktasına taşıyan bir sistem üretmeyi ve böylece “özgün tasarım” sorununa cevap bulmayı amaçladıkları söylenebilecektir (Arida, 2004).

Şekilsel gramerlerde iki boyutlu şekillerin bir araya gelişleri ile Rudolf Arnheim’in algı psikolojisinde de belirtildiği gibi tamamen farklı şekiller çıkabilmektedir. Ancak heykel gibi üç boyutlu ve somut malzemeler üzerine kurulu bir üretim stili bu yapıya uymamaktadır. Bu konu üzerine Stiny 1980’de “Anaokulu (kindergarten) Gramerleri” adlı çalışmada birbirine eklemlenmeyen üç boyutlu şekilsel gramerler tanımlamıştır. Bu çalışmada tasarım yapılabilecek en basit üretim biçimi olarak bir anaokulu oyuncağı olan dikdörtgen prizma biçiminde tahta blokları (Froebel blokları) temel alınmıştır ve bu biçimlerden yola çıkılarak mimari biçimler gibi karmaşık sonuçlara ulaşma yolları incelenmiştir (Stiny, 1980).

Froebel blokları fiziksel şeylerdir. Stiny şekilsel gramerlerin fiziksel biçimlendirme işlemlerini temsil edebilmesi için küme gramerlerinin uygun olduğunu belirtmiştir. Başka bir deyişle şekilsel gramerlerde iki boyutlu şekiller gibi muğlak olmayan ve bağımsız fiziksel nesnelerin davranışlarını açıklamak için küme gramerlerinin kullanılmasının uygun olduğu söylenebilecektir (Knight, 2015, s. 966).

Görsel 3.21.’de 2.3.4. bölümde iki boyutlu şekiller ile üretilmiş şekilsel gramer örneğinin (Görsel 2.25.) üç boyutlu fiziksel nesnelere uygulaması görülmektedir. Bu görseldeki dört örneğin her birinde, şekilsel gramerler ile jeneratif üretim için gerekli olan, başlangıç ögesi, şekillerin etkileşim kuralları ve sonuç olarak beliren biçimler sunulmuştur. Bu biçimler her bir örnekte başlangıç koşulu ve birleşme kurallarındaki küçük değişikliklerden kaynaklanan varyasyonların sonucudur. Görsel Dino’nun da belirttiği gibi bu jeneratif sistemin bitmiş kabul edilmesi için eksik kalan tek öge sanatçının üretilen biçimler arasında tercih yapmasıdır.



Görsel 3.21. Anaokulu (Kindergarten) Gramerleri, 4 adet şekilsel gramer ile üretilmiş form örneği (Stiny, 1980, s. 455)

Basitleştirmek gerekirse, şekilsel gramerler eller ve gözler ile duyumsanan biçimler ve bunların bir araya gelme kurallarının otomatizasyonu olduğu için geleneksel sanat üretim yöntemlerinin bir analogisi olduğu söylenebilecektir. Ancak geleneksel üretim ile

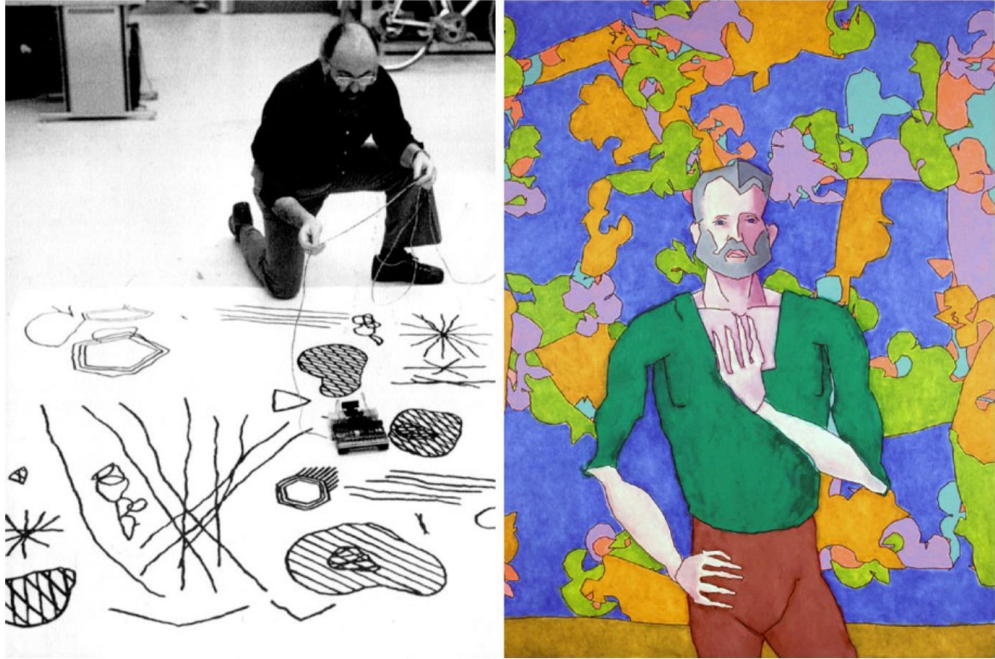
arasında fark olmadığını düşünmek problematik olacaktır. Şekiller arasındaki etkileşimin çok sayıda sistematik tekrarı pratikte bir sanatçının düzenli olarak devam ettirmekte zorlanacağı bir işlemdir. Dolayısıyla şekilsel gramer kurallarının, sanatçıların modernist sanatta kabul edildiği şekliyle yeni ve sanatsal biçim bulmasını sağlayan bir üretim aracı olduğu varsayımı yanlış olmayacaktır.

Yapay zekâ bağlamında ele alınacak son sanatsal jeneratif sistem, sezgisel arama (heuristic search) algoritmalarıdır. Bu algoritmalar temel olarak bir olasılıklar uzamında en uygun yolu bulmayı amaçlayan formüllerdir. Sezgisel algoritmaların temelinde bilgi temelli sistemlerde yer alan ve 1-0 gibi kesin sonuçlar üreten sembolik mantık işlemleri yerine 1 ve 0 arasında ara sonuçları arayan bulanık (fuzzy) mantık kullanılmaktadır. Sezgisel arama algoritmalarını açıklamak için bilgisayar bilimlerinde verilen en yaygın örnek “seyyar satıcı (travelling salesman)” problemidir. Seyyar satıcı problemi basitçe, kapı kapı dolaşan bir satıcının bir mahallede önceden belirlenmiş adresler arasında en efektif yolu bulma sorunu olarak açıklanabilir. İnsanlar için görece basit olan bu sorunun bir bilgisayar tarafından çözülebilmesi zordur. Bunun sebebi önceki bölümlerde bahsedilen algoritmaların mahalledeki her adresin permütasyonunu denemesinin yıllar sürece kadar uzun bir işlem olmasıdır. Sezgisel algoritmalar ise insanların karar almasına benzer bir mekanizma ile kesin sonuç vermeyen pratik kurallar (rule of thumb) kullanarak sonuçlar arasından en uygununu aramaktadır (Bentley ve Corne, 2002, s. 36–37).

Sezgisel algoritmaları bir jeneratif sanat sistemi olarak kullanan ilk sanatçı Harold Cohen olarak kabul edilir. Harold Cohen, enformasyon estetiğinin bilgisayarlarda uygulanabilme olanağının sınırlarını incelediği AARON sistemine 1973 yılında başlamış ve 2005 yılına kadar devam etmiştir. AARON projesinde Cohen, kurallar ile sınırlı bir dijital sistemin sanatçıdan bağımsız olarak ürettiği kompozisyonlarla izleyicide özgün sanat eseri algısı yaratmasını amaçlamıştır. AARON’un sanat üretme kuralları üzerine kuralları Cohen tarafından yirmi yılı aşkın bir sürede oluşturulmuştur. Sanat üretme üzerine biçimsel kurallar bir uzman bilgisine dayandığı için AARON aslen bir bilgi temelli sistem olarak kabul edilebilecektir (Machado ve Cardoso, 1998). Ancak yirmi yıl kadar uzun süren bir kodlama süreci AARON’u dünyada bilgi temelli sistemler arasındaki en karmaşık projelerden biri yapmıştır. Cohen dahi AARON’un son halinde

karar verme mekanizmalarını tam anlayabildiğinden emin olmadığını belirtmiştir (McCormack ve d'Inverno, 2012, s. 83).

Görsel 3.22.'de verilen örnekte AARON sisteminin ürettiği bir figüratif resim görülmektedir. Bu resimdeki biçimler ve kompozisyon Cohen tarafından direkt olarak belirlenmemiştir. Bu durumda AARON'un orijinal bir sanat eseri üreten bir yapay sanatçı olduğu varsayımına ulaşmak mümkündür. Ancak önceki kısımlarda da belirtildiği gibi uzman bilgisi temelli bir algoritmada yaratıcı olabilme olanağı tartışmalı bir konudur (Görsel 3.22.).



Görsel 3.22. (Solda) Harold Cohen ve AARON'un erken döneminde üretilen bir resim, (sağda) AARON tarafından 1992'de üretilen bir resim (McCormack ve d'Inverno, 2012, s. 84)

Nake, AARON'un gerçekten yeni ve yaratıcı biçimler üretme kapasitesine sahip olmadığını, sadece görünüşte sanatsal yaratıcılık sergilediğini şöyle belirtmiştir:

Üstünkörü bir bakışla AARON'un yaratıcı olduğu söylenebilir, fakat bu yaratıcılık, sahte bir yaratıcılıktır. Kurallar ve her ne kadar geniş bir yelpaze taşısa da kuralların sağladığı olanaklarla sınırlandırılmıştır. AARON sonsuza dek teknik bir sistem olarak kalacaktır. Her ne kadar bu sistem kendi içerisindeki kuralları değiştirebilen üst-kurallara ve bunları da değiştirebilen üst-üst-kurallara sahip olsa da sistemin her zaman belirgin bir sınırı vardır. AARON kendi sınırlarını aşma kapasitesine sahip değildir. Sınırları geçemez. [...]

AARON'un sanatsal çalışmaları her ne kadar heyecanlandırıcı olursa olsun, estetik cazibeleri gittikçe azalmakta ve tek bir yoruma dönüşmekteydi: aa, inanabiliyor musun, bu resmi bilgisayar çizmiş. Yolun sonu (Nake, 2012a, s. 85).

Cohen AARON projesi ile 1970'lerde amaçladığı "izleyici tarafından sanat olarak anlaşılan eserler üreten makine" hedefine ulaşmış olsa da projenin olanağının sınırlarına da ulaştığı söylenebilecektir. 2007 yılındaki makalesinde Cohen, kural temelli geleneksel sanat üretimi ile karmaşık kurallara sahip bir bilgisayar ile sanat üretimi yapmak arasında hiçbir fark olmadığı sonucuna varmış ve AARON projesi üzerine çalışmasını tamamlamıştır (Nake, 2012a).

Geometrik formüllere ve tasarım kurallarına dayalı dijital jeneratif üretim çalışmaları ile 1960'lardan 2000'lere kadar enformasyon estetiği kuramında görülen gelişmeler izlenebilmektedir. Bu süreçte başlangıç noktası olan, biçimlerin basit formüller ve rastgelelikler ile tanımlanması ve üretilmesinden, malzemelerin özelliklerine göre etkileşim gösterebilen ve sanatçısının zihinsel olarak takip edemediği karmaşıklığa sahip sistemlere geçiş yapılmıştır. Ancak bu sistemler her ne kadar karmaşık olursa olsun, ortak özellik olarak, sanatçıların belirlediği başlangıç biçimleri ve kuralların sınırlarında işlem yapmaktadırlar. Bu sınırların aşılması için yapılan çalışmalar ayrı bir süreç olarak bir sonraki bölümde ele alınacaktır.

3.3. Algoritmaların Bilgisayar Tarafından Belirlendiği Dijital Jeneratif Sanat

Sistemlerinin İncelenmesi: Biyoloji Temellilik

Önceki bölümde Algoritmik üretim sürecinde yer alan başlangıç koşulları, kuralların belirlenmesi, sistemin bu başlangıç ve kurallara göre üretimi ve sanatçının karar alması aşamalarını otomatize eden bazı metotlar incelenmiştir. Bu metotların özellikle karmaşık kuralları uygulama sürecindeki başarıları ile sanatçıların üretim sürecinde yaratıcı sonuçlara ulaşmasını kolaylaştırdığı görülmektedir. Ancak bu metotlarda sanatçının güçlü bir dijital teknik bilgiye ve üretmek istediği eseri tanımladığı ayrıntılı kurallara ihtiyacı olduğu görülmektedir. AARON örneğinde görüldüğü gibi uzmanlar tarafından kurallara kolaylıkla indirgenemeyecek kadar karmaşık sanatsal stillerin jeneratif algoritmalar ile üretimi bir problem teşkil etmektedir. Bu sebeple dijital jeneratif üretim sürecinin daha az kullanıcı müdahalesi gerektiren yapay zekâ algoritmalarının sanatsal üretim ile ilişkisi araştırılmıştır.

Soyut resim veya heykel gibi sanat alanlarında yaratıcı üretim kapasitesine sahip yapay zekâ kavramı bilgisayar bilimleri alanında mümkünlüğü tartışmalı bir ideal olmuştur. Böyle bir yapay zekâ idealinin: var olan sanat eserlerinin stillerini otomatik olarak çözümleyebilmesi, nesnel bir estetik değerlendirebilmesi, izleyicilerin kültürel yapısına uyum sağlayabilmesi, karmaşık enformasyonları otomatik olarak soyut kavramlara indirgeyebilmesi gerekmektedir. Bu özelliklere sahip olan bir yapay zeka ile çalışmak bir sanatçıyı sadece yaratıcı kararları veren bir noktada konumlandığı söylenebilir (Zhang vd., 2012, s. 244). Bu konumda bulunan bir sanatçının üretimi, sanat eserinin bizzat üretimi değil, sanatçının fikrini taşıyan eserleri üreten bir sistemin üst-üretimi olarak da görülebilecektir. Sanatçının üst-üretim sürecinde bir çerçeve belirlemesi ile yapay zeka bu çerçeve içerisinde her seferinde yeni bir biçime sahip bir eser üretmesi amaçlanmaktadır (Bentley ve Corne, 2002).

Karmaşık sistemlerin sanat eseri üretiminde kullanımına dair önceki bölümlerde yer alan örnekler göz önüne alındığında, eser üretimi sürecinin sanatçıdan sistemlere devredilmesi olarak kabul edilen üst-üretim kavramının dijital sistemler ile sınırlandırılmış bir kavram olmadığı görülmektedir (Galanter, 2010). Gell-Man'ın efektif karmaşıklık kuramına göre doğada canlılara ait sistemler çevreye adaptasyonun ve yeni sonuçların en çok görüldüğü alana sahiptirler (Görsel 2.7.).

Bu sebeple 1980'lerden itibaren canlı sistemlerin yapıları çözümlenerek elde edilen algoritmalar, bilgisayarların sanatsal üretimde otomatik olarak kurallar üretebilmesi, ve karar verebilmesi üzerine yapılan araştırmalarda kullanılmaya başlanmıştır (Galanter, 2012).

Biyolojik yapılardan esinlenerek üretilen algoritmalar, yapay sinir ağları, derin öğrenme gibi makine öğrenmesi teknikleri ve ajan temelli karmaşık sistemler, evrimsel ve genetik algoritmalar gibi üst-arama tekniklerinin de dahil olduğu birçok alt konuya sahiptir. Bu alt konular teknik yapıları ile birbirinden ayrılabilir da pratik olarak bir arada kullanılmaları ve ayrımlarının bu tezin kapsamı dışında bulunması sebebiyle ayrıntılı olarak incelenmeyecektir. Bu bölümdeki teknik konular sadece dijital olanaklar ile sanat üretimi sürecinin aşamalarını gösterme ve karşılaşılan problemlere verilen cevaplar bağlamında ele alınacaktır.

Bunlar arasında ilk olarak kural temelli sistemlerin çalışma yapılarına benzerlikleri sebebiyle yapay sinir ağı ele alınacaktır. 21.yy.'da yaygın olarak kullanılan makine görmesi, kişiselleştirilmiş reklam algoritmaları, otonom araba vb. çalışma alanları çoğunlukla yapay sinir ağı alanındaki çalışmalara işaret etmektedir. Yapay sinir ağı karşılaştığı bir öğeyi bir uzmanın ürettiği kurallar olmadan tanıma ve üzerinde işlem gerçekleştirmeyi hedefler. Yapay sinir ağlarının karşılaştığı yapıya dair bir uzmandan bağımsız olarak kural üretmesi işlemi makine öğrenmesi olarak tanımlanır. Makine öğrenmesi kısaca, doğru sonuca ulaşmak için ağıdaki sinirlerin arasındaki ilişkinin değişmesine dayalıdır (Senecal, 2016). Makine öğrenmesi bilgisayar bilimlerinde çeşitli yöntemlerle ele alınmaktadır ancak aralarındaki teknik farklar bu tez içerisinde incelenmeyecektir.

Verilen bir sanatsal üretim stilineki kuralları öğrenmiş bir yapay sinir ağı tıpkı bir önceki bölümde verilen Mondrian örneği (Görsel 3.20.) gibi o stilde üretimler gerçekleştirebilmektedir. 2.3.3. bölümde verilen “Sıradaki Rembrandt” (Görsel 2.19.), yapay sinir ağına Rembrandt resimlerinin öğretilmesi ile üretilmiş bir çalışmadır.

Sinir ağı ile yapılandırılmış algoritmalar bir sanat eserini veya stilini çözümlerken, bir insan tarafından belirlenmiş kurallar ile kısıtlanmadığı için insanların hesaplama kapasitesini aşan karmaşıklıkta kurallar üretebilmektedir. Yapay sinir ağlarının bu özelliği, Georg Nees’in “siz fırçayı nasıl kullandığınızı [stilinizi] anlatabilerseniz, makine de sizin gibi üretebilecektir” sözünü de geçersiz kılmaktadır (Nake, 2012b). Leon Gatys 2016 tarihli çalışmasında ünlü modernist resimleri sadece sinirsel algoritmalar kullanarak çözümlemiş ve bir stil olarak fotoğraflara uygulamıştır (Görsel 3.23.) (Gatys vd., 2016).



Görsel 3.23. A. Orijinal Fotoğraf - B. Minotor'un Gemi Enkazı, J.M.W. Turner, 1805 – C. Yıldızlı Gece, Vincent van Gogh, 1889 - D Çılgılık, Edvard. Munch, 1893 – E. Oturan çıplak, Pablo Picasso, 1910 – F. Kompozisyon VII, Wassily Kandinsky, 1913 (Gatys vd., 2016, s. 5)

Önceki bölümlerde verilen jeneratif algoritmalar ile sanatsal üretimdeki dört aşama (girdi, kurallar, işlem ve sanatçının tercihi) incelendiğinde yapay sinir ağlarının kendinden önceki kural temelli sistemlerden farklı olarak kuralları da ürettiği görülmektedir. Buna göre yapay sinir ağları ile jeneratif üretim sürecinde sanatçının işlevi, sistemin işleyeceği öğeyi belirlemek ve çıkan sonuçlar arasında sanatsal tercihte

bulunmak olacaktır. Bu bağlamda yapay sinir ağı ve benzeri makine öğrenmesi metotlarının sanatçılar için yaratıcı sonuçlar üretebilecek bir üretim yöntemi olarak kullanılabilecektir.

Refik Anadol Makine öğrenmesi ve yapay sinir ağlarının sanatsal kullanımında uluslararası alanda öncü sanatçılardan biridir. Anadol'un, dışarıdan alınan kent fotoğrafları veya beyinden elde edilen sinyaller gibi verilerin otomatik olarak çözümlenmesi ve yeni bir biçimde görselleştirilmesine yer verdiği çalışmalarında makine öğrenmesi algoritmaları temel bir yer tutmaktadır (Görsel 3.24.).

Refik Anadol ve ekibi büyük verileri yapay zekâ ve derin öğrenme algoritmaları kullanarak görselleştirmektedir. Oluşan görselleri algoritmaların şiirsel çıktısı olarak ifade eden Anadol, çalışmalarında jeneratif sistemlerden ve otonom süreçlerden yararlanmaktadır. Duyguların görselleştirilmesi olarak tanımlanan “Eriyen Hatıralar” adlı çalışmasında, Kaliforniya Üniversitesi nöroloji laboratuvarında insanların hatırlanan duygulara karşı beyinde oluşan sinyallerin elektroensefalografi cihazıyla kaydedildiği veriler algoritmalar aracılığıyla görselleştirilmiştir (Güney ve Uysal, 2019, s. 306).



Görsel 3.24. Refik Anadol, “Eriyen Hatıralar”, 2018 (Güney ve Uysal, 2019, s. 307)

Yapay sinir ağı algoritmaları insanların çözümlemesinin imkansızla yakın olacağı karmaşıklıkta kurallar oluşturuyor ve bunlarla görünürde yeni biçimler üretiyor olsa da kural temelli sistemlere benzer bir sınırın içerisinde konumlandığı söylenebilir. Çünkü sinir ağlarının çalışma yöntemi ağı öğretilecek biçim ile verilen biçim arasında ilişkiler

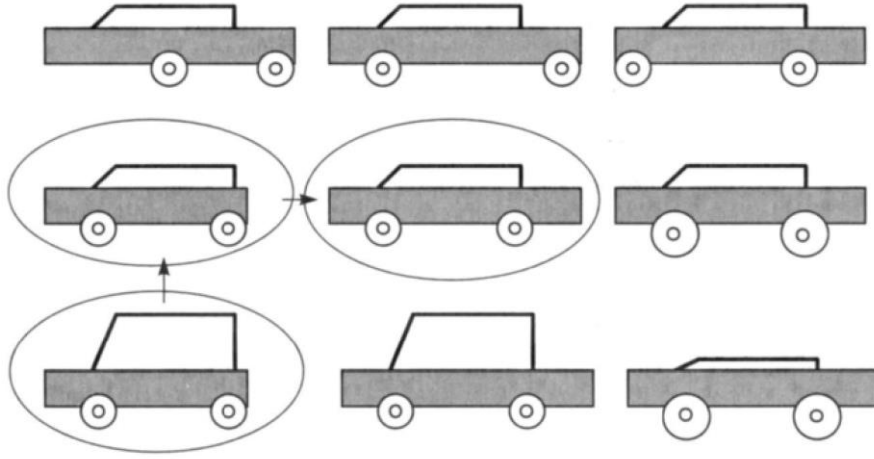
kurma işlemi ile sınırlıdır. Yani sanatçının kendi üretim stilini veya tercih ettiği bir stili çözümleyerek yine sanatçının tercih ettiği girdilere uygulayan bir araç işlevi taşımaktadır (Senecal, 2016).

Jeneratif üretim sürecinde sanat eserinin üretileceği kuralların otomatik olarak belirlenmesini inceleyen bir diğer araştırma alanı da üst-sezgisel olarak adlandırılan arama algoritmalarıdır. Üst-sezgisel arama algoritmalarının büyük bir bölümü canlı sistemlerin yeni çözümler üretebilme yöntemlerini taklit eden bir yöntem izlemektedir. Bir önceki bölümde sezgisel arama algoritması olarak verilen AARON örneği ile karşılaştırılacak olursa, sezgisel algoritmalar tek bir arama içerisinde muğlak sonuçlar arasından en iyi yolu çizmeyi amaçlarken, üst-sezgisel algoritmalar her biri farklılık gösteren birçok arama arasından en iyi yolu seçmektedir.

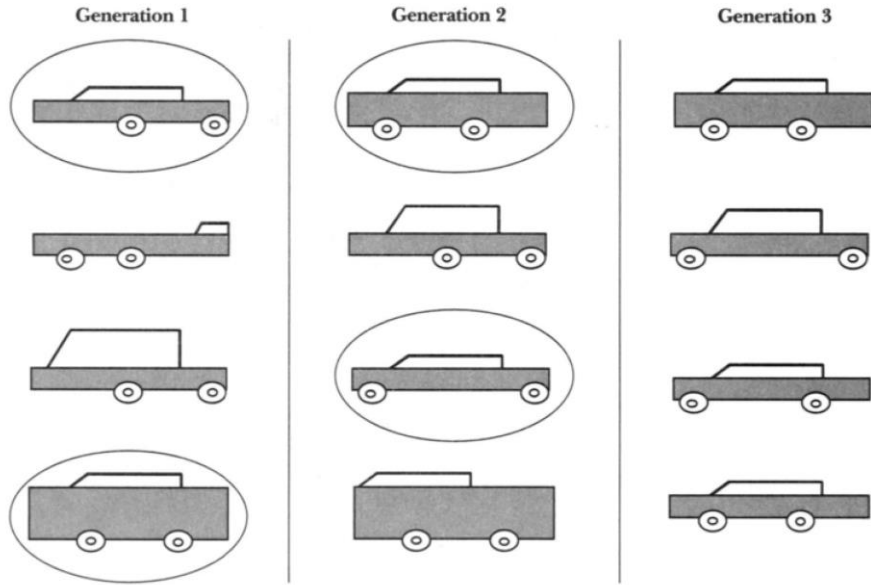
Bir canlı sistem incelendiğinde içerisindeki elemanların her birinin kendi içerisinde daha küçük elemanlardan oluşan sistemlerden oluştuğu görülmektedir. Molekül düzeyine kadar indirgenebilecek bu hiyerarşinin her katmanı karmaşık bir sistem olarak, çevresine adapte olabilmekte ve yeni çözümler üretebilmektedir. Canlı sistemlerde adaptasyonun en belirgin olduğu süreçler ise evrim süreci olarak kabul edilmektedir (Whitelaw, 2002). Doğada yer alan sistemler bu bakımdan kural temelli jeneratif sistemlerle zıt bir konumda bulunmaktadır. Kural temelli sistemlerle üretilen “yeni biçimler” önceden belirlenen kuralların sonucunda ortaya çıkarken, doğada karşılaşılan “yeni biçimler” en küçük elemanından itibaren birbiri ile etkileşim içerisinde olan sistemlerin sonucunda belirmektedir. Evrim sürecinde yeni biçim üretebilme kapasitesi, üst-sezgisel algoritmalarla evrimsel algoritmalar olarak adlandırılan bir alanın oluşturulmasında esin kaynağı olmuştur. Doğadaki karmaşık sistemlerin birbiri ile etkileşim sürecini simüle eden bir algoritma hiçbir zaman doğanın kendisi kadar karmaşık olarak üretilmeyeceği için evrimsel algoritmalar doğadaki sistemleri çözümleyen soyut kurallar üzerine kuruludur. Bir üst-sezgisel arama algoritması olarak evrimsel algoritmalar ürettikleri bir dizi çözümü evrimleştirerek en iyi hale getirmeyi amaçlar (McCormack, 2013; McCormack ve d’Inverno, 2012, s. 40)

Evrimsel algoritmalarla, bilgi temelli aramalarda verilen kurallar yerine çözüme ulaşmak için kullanılacak bileşenler öğretilir. Evrimsel algoritma bileşenleri rastgele birleştirilerek oluşturduğu popülasyonlardan en iyi sonuçları arar ve bu sonuçlar arasında tekrar varyasyonlar üretir. Bu sürecin tekrarları sonucunda istenen özelliklere sahip bir

dizi biçimsel ürün sanatçıya sunulacaktır (Görsel 3.25 ve 3.26.) (Bentley ve Corne, 2002; Whitelaw, 2004).



Görsel 3.25. Sezgisel arama algoritmasının çizgisel işleyiş şeması (Bentley ve Corne, 2002, s. 39)

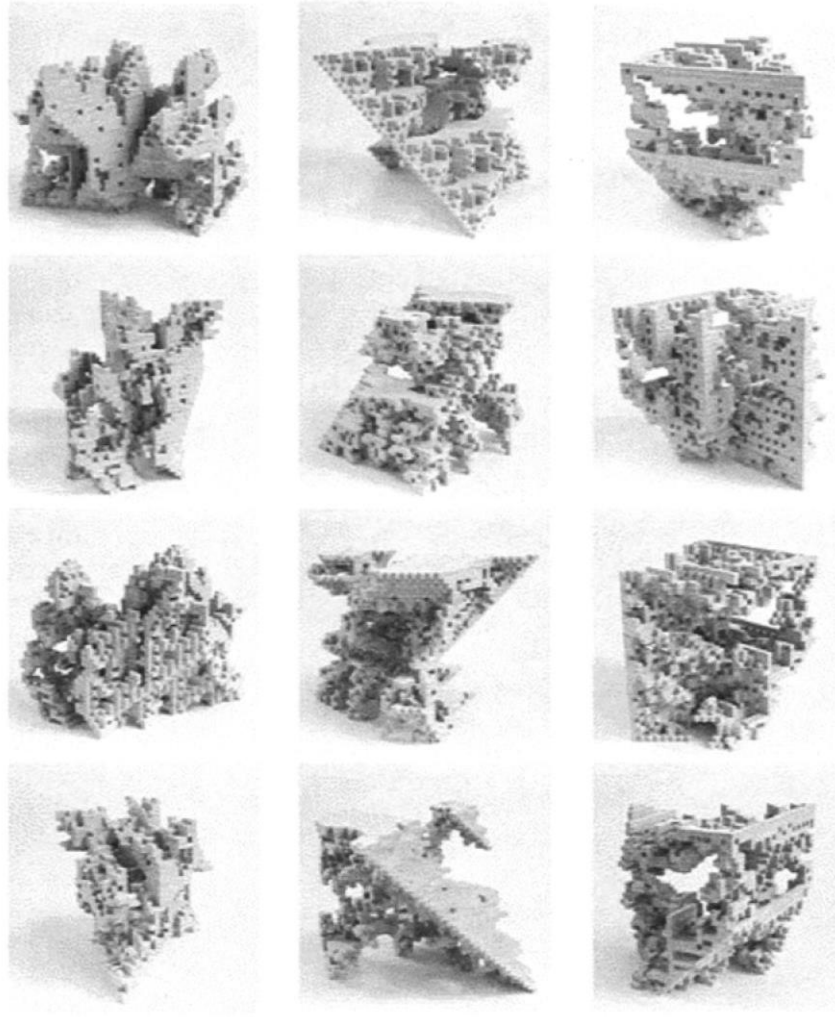


Görsel 3.26. Dört üyeli bir popülasyonun üç nesil evrimleşmesi ile gerçekleşen bir evrimsel algoritma ile arama şeması (Bentley ve Corne, 2002, s. 40)

Galanter'e göre evrim sürecinde yeni biçimlerin üretilebilmesi aynı zamanda doğadaki canlı sistemlerin karmaşıklığı ile ilişkilidir. Doğada evrimleşmeyi yönlendiren

yapılardan biri de canlı sistemlerin elemanlarının birbiri ile etkileşim içerisinde bulunmasıdır. Çok sayıda elemanın, besin aramak, çiftleşmek, avlanmak, bir araya gelmek gibi amaçlarla yaptığı hareketler canlı sistemlerde efektif karmaşıklığın temel sebeplerinden biri olarak kabul edilmektedir (Galanter, 2010). Bu sebeple canlı sistemlerin elemanlarını taklit eden algoritmalar genel olarak ajan temelli algoritmalar olarak tanımlanmaktadır. Ajan temelli algoritmalar genel tanımıyla, bir evrimsel arama popülasyonunun doğadaki çeşitli canlıların davranışlarını simüle ederek birbiri ile etkileşime geçtiği üst-arama algoritmalarıdır (McCormack ve d’Inverno, 2012). Bu algoritmaların taklit ettikleri canlı türüne ve uyguladıkları etkileşim kurallarına göre birçok alt türü vardır. Özellikle karıncalar, arılar ve kuşlar gibi grup halinde iken tek başlarına gösterdiklerinden farklı bir davranışın belirlediği canlılar ajan temelli algoritmalarla esin kaynağı olmuştur. Ancak aralarındaki ayrım bu çalışmanın kapsamına girmediği için ele alınmayacaktır.

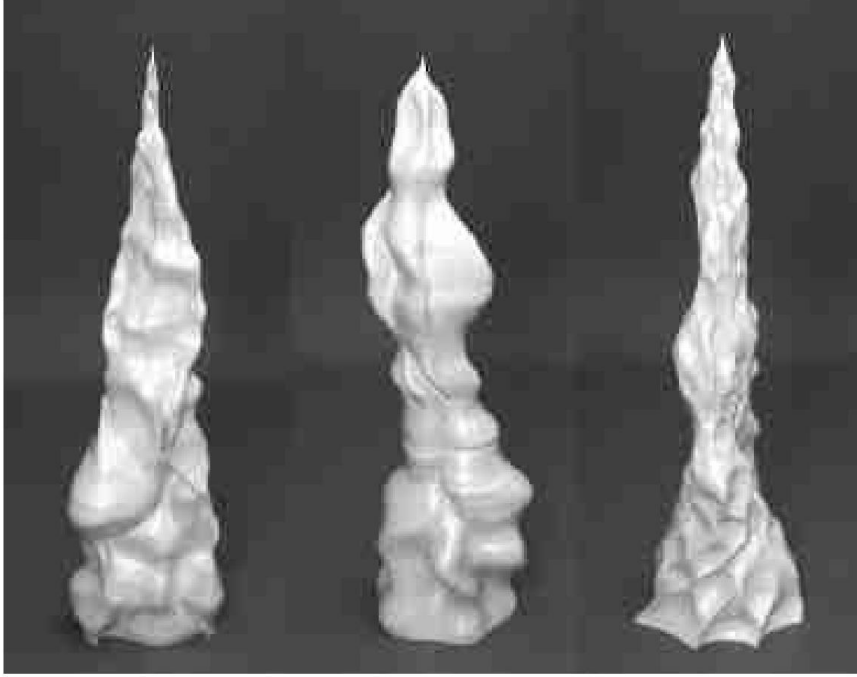
Evrimsel algoritmalar ile yapılmış ilk sanat çalışmaları olmamakla beraber Erwin Driessens ve Maria Verstappen’in çalışmaları karmaşıklığa bağlı evrimleşen sistemlerin jeneratif sanat üretimine örnek olarak verilebilir. 1995 yılında başladıkları, Breed (üreme) adlı serilerinde sanatçılar bir hücrenin mekandaki gelişimini ele almışlardır (Görsel 3.27.). Kurulan algoritmada küp biçimine sahip bir hücre, her seferinde sekiz parçaya bölünür. Bu bölünme sırasında yeni üreyen küp hücrelerin bazıları boş kalmaktadır. Aynı işlemin tekrarı sonucunda her küp giderek daha küçük parçalarına ayrılmakta ve ilk küpün oluşturduğu hacimde iç boşluklar oluşturmaktadır. Süreç tamamlandığında küçük küplerden oluşan, kütle ve boşluk ilişkisi taşıyan farklı biçimler ortaya çıkmaktadır (Whitelaw, 2002, s. 172–173).



Görsel 3.27. Erwin Driessens ve Maria Verstappen, *Breed (üreme)*, 1995 (Whitelaw, 2004, s. 159)

1998’de başladıkları Tuboid (Görsel 3.28.) serisinde ise sanatçılar farklı bir biçim üretme yolunu seçmişlerdir. Eseri üreten algoritma aynı işleyişe sahip olmakla beraber, eserin oluştuğu hacim bir küp yerine bir silindir biçimi ile başlamaktadır. Bu eserleri oluşturan algoritma üst üste eklemlenen ve her seferinde biçimi evrimleşen çemberler üretmektedir. İki boyutlu çemberlerin aşamalı olarak değişmesi sonucunda biomorfik özelliklere sahip bir sütun biçimi ortaya çıkmaktadır (Whitelaw, 2002, s. 175). Tuboid serisinde üretilen eserler biçimsel olarak incelendiğinde sanatsal değeri tartışmalı olsa da, Jean Arp gibi biomorf kavramı üzerine çalışan sanatçıların eserleri ile benzerliği açıktır. 2.2. bölümde de belirtildiği gibi Jean Arp’ın doğadaki karmaşıklığın bir sanatsal değer olduğu ve bunu sanatına aktarmak istediği hatırlanacak olursa, Driessens ve

Verstappen'in evrimsel algoritmalarının bu tarzda bir doğal özelliği taşıdığını iddia etmek yanlış olmayacaktır.



Görsel 3.28. Erwin Driessens ve Maria Verstappen, *Tuboid*, 1998 (Whitelaw, 2004, s. 164)

Evrimsel algoritmalar ile üretilen eserler yüksek karmaşıklığa sahip bir sistemde etkileşim ve değişim sonucunda ortaya konmaktadır. Bu gibi yüksek karmaşıklığa sahip sistemlerin ürettiği çözümler veya öngörülemeyen sonuçlar belirme olgusu olarak adlandırılmaktadır (Gürsel Dino, 2012, s. 209).

Bu olgu biyolojik, sosyal, fiziksel, kimyasal ya da bilişsel tüm sistemlerde mevcuttur. Kuş sürülerinin havada toplanması, uçak camında oluşan kar kristalleri, trafiğin akışı, nüfustaki yaş ve cinsiyet dağılımı gündelik bazı örneklerdir. Belirleme davranışı gösteren sistemlerde önceden planlanmış bir izlek veya merkezi bir yönetim yoktur. Karınca sürülerinin bir ırmaktan geçişi sırasında köprü kurması, kraliçe karıncanın yönergeleri doğrultusunda gerçekleşmez; tümüyle o anda gerçekleşir. Sistemdeki her bir karınca, bir diğeri ile kimyasal etkileşim içerisinde ve organizasyon bütün karıncaların eşit katkısı ile gerçekleşir. Sistem çevresel değişimlere anında refleks verdiği için olası kazalarda da işlemlerini sürdürmeye devam eder. Örneğin karıncaların bir kısmı suya düştüğünde diğerleri o bölgeye geçer vb. (Bayraktar, 2017, s. 177–178).

Driessens ve Verstappen'in eserlerinin de kendi başına sanatsal değeri olmadığı kabul edilen küp ve çember gibi geometrik elemanların, canlıların davranışlarını taklit eden algoritmalar ile etkileşime girmesi sonucunda “belirdiği” söylenebilecektir. Breed ve Tuboid algoritmalarında canlıları taklit etme yaklaşımlarının da farklı olduğu görülmektedir. Bu iki örnekte görülen biçimsel değişme süreci, algoritmaya bilgi temelli kodlanmış bir süreç değildir. Doğada canlıların yeni biçimlere sahip olma sürecine paralel olarak, evrimsel algoritmalarındaki elemanların da birbiri ile etkileşimi sonucunda evrimsel bir değişim belirmektedir. Yukarıda da bahsedildiği gibi canlı bir sistemin elemanlarının davranışlarını taklit eden birçok algoritma bulunmaktadır ve sanatçı tarafından bunların arasından yapılan seçim, jeneratif üretim algoritmasının üretimini de belirleyecektir (Bentley ve Corne, 2002, s. 39; Whitelaw, 2004, s. 207).

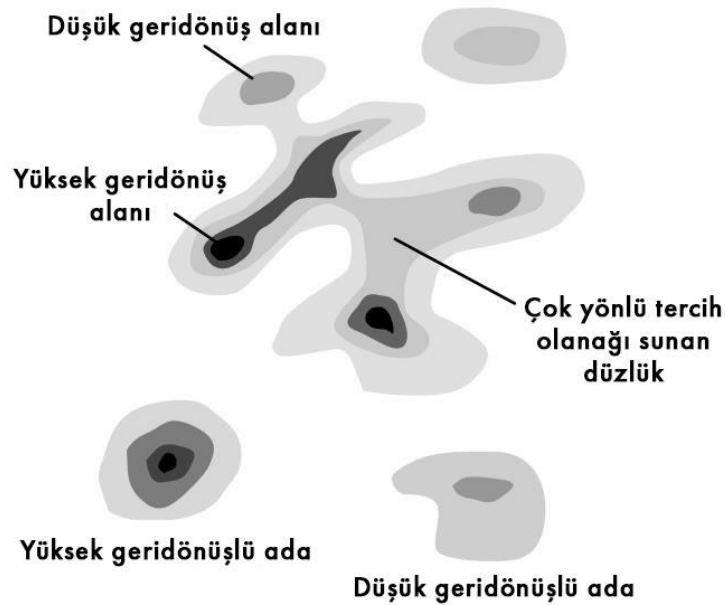
AARON gibi bilgi temelli sistemler kullanılarak üretilen eserlerin de bir belirme olduğu kabul edilebilir. Ancak bilgi temelli sistemlerde belirme olgusu, kodlanan karmaşık kuralların içerisinden algoritmanın beklenmedik tercihler yapmasına bağlıdır. Evrimsel algoritmalarda ise belirme olgusu, basit kuralları takip eden elemanların (ajanların) etkileşimi sonucunda karmaşık bir sonucun ortaya çıkması olarak tanımlanabilir. Karşılaştırılacak olursa evrimsel algoritmalar, sanatçının kodladığı kurallarda verilmeyen biçimler üretebilme kapasitesine sahip olduğu için bir sanatçının biçimsel arayışında daha faydalı bir araç olduğu söylenebilecektir (McCormack ve d'Inverno, 2012, s. 57; Senecal, 2016).

Evrimsel algoritmaların işleme süreci şekilsel gramerlerin kurallar ile birbirine eklemlenme sürecine benzese de aralarında önemli bir fark vardır. Şekilsel gramer gibi kurallı sistemlerde işlem sanatçı tarafından bitirilene kadar devam etmektedir. Biyoloji temelli dijital jeneratif sistemlerde ise süreç sistemdeki elemanları yöneten kuralların dengelenmesi (homeostasis) ile sonuçlanmaktadır. Homeostasis, biyolojik bir sistemin dışarıdan gelen etkilere kendisini dengeleyecek şekilde adaptasyon göstermesi işlemi olarak tanımlanır. Evrimsel algoritmalar gibi bilgisayar sistemlerinde ise temel olarak belirli bir sayısal aralık sistemin dengede bulunduğu durum olarak belirlenir. Sistemin elemanları arasındaki etkileşimlerde ve değişimlerde, denge durumu olarak belirtilen sayısal aralık aranır ve optimum sonuca ulaşıldığında süreç bitecektir (Arida, 2004).

Breed serisini üreten algoritmanın işlem süreci de homeostasis kavramı ile açıklanabilmektedir. Rastgele olarak üretilen her küp, hacmi, yüzeyi ve etkileşime girdiği

diğer küplerin sayısı gibi bilgileri toplamakta ve bu bilgileri rastgele değiştirerek yeni küpler üretmektedir. Bu sürecin tekrarı sonucunda küplerde saklanan bilgiler önceden sayısal olarak belirlenen denge aralığına ulaştığı zaman sistem duracaktır. Rastgelelik yoluyla üretilen birçok koşul bu denge aralığına ulaşabildiği için sistem her seferinde farklılıklar taşıyan biçimler üretebilmektedir. Ancak Bilgi temelli sistemlere göre daha fazla “yeni biçim” üretebilme kapasitesine sahip olsa da Evrimsel algoritmalarla belirli bir sayıda üretim sonucunda, Driessens ve Verstappen’in eserlerinde de fark edilebileceği gibi, eserlerin biçimsel olarak benzediği ve “yeni” sonuçlar üretilmediği görülmektedir. Evrimsel algoritmalarla kodlanan kurallar, Mondrian taklitleri üreten bilgi temelli algoritmalar olduğu gibi mutlak çözümü değil çözümün üretilmesini sağlayacak elemanları tanımladığı için evrimsel algoritmaların arama uzayındaki en iyi çözümün tek seferde bulunması problematiktir (Bentley ve Corne, 2002).

Bu durum Driessens ve Verstappen’in kullandığı evrimsel algoritmaların tek yönlü çalışmasından kaynaklanmaktadır. Algoritmadaki elemanlar, içinde bulunduğu duruma en yakın denge durumunu aramaktadır. Ancak bulunan en yakın denge durumu, en iyi veya yeni sonuçlar üretmeyebilmektedir. Arama algoritmalarındaki bu “tıkanma” durumu Klondike uzayı ile şematize edilmektedir (Görsel 3.29.) (Whitelaw, 2002, s. 173–174).



Görsel 3.29. Klondike uzayının görselleştirilmesi (McCormack ve d’Inverno, 2012, s. 41)

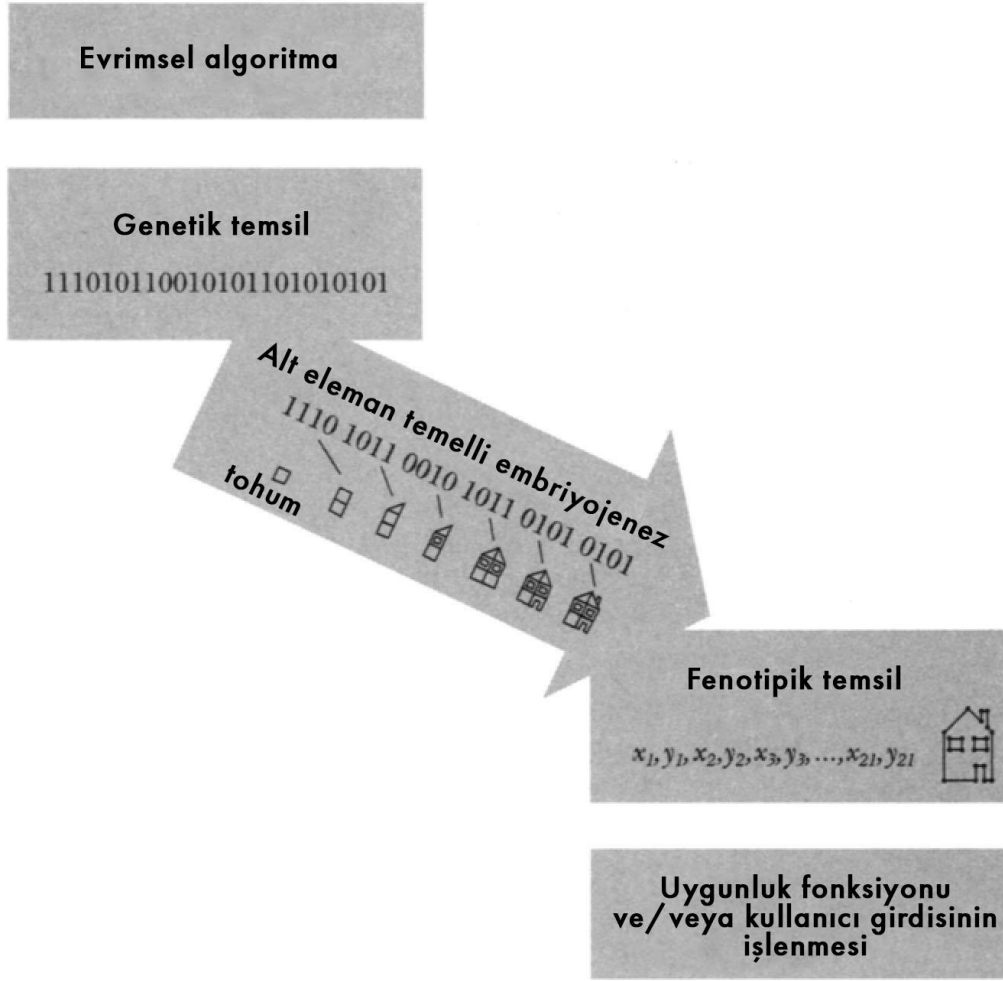
Doğadaki evrimleşmede ise yeni biçimlerin üretilmesi probleminin görülmediği söylenebilir. Bu durum doğadaki yeni arayışların “Klondike uzayı” içerisinde daha iyi bir “arama” kapasitesine sahip olduğu anlamına gelmemektedir. Canlı sistemlerde, dışarıdan gelen bir değişime karşı çözüm geliştirerek sistemde denge durumunda ulaşma arayışı Breed ve Tuboid serilerinde kullanılan evrimsel algoritmalarındaki gibi tek bir arama yolu üzerinden gerçekleşmemektedir. Klondike uzayı bir harita gibi ele alınacak olursa, Breed ve Tuboid serisinde arama algoritması rastgele bir noktadan başlamakta ve kendilerine en yakın ve en yüksek olan tepeye ulaşmaya çalışmaktadır. Ancak çevrelerinde tek başına duran küçük bir tepe varsa arayış burada kilitlenecektir. Çünkü arama tek yönlü çalıştığı için bulduğu sonuçtan daha kötü sonuçlara geri dönüş yapamamaktadır. Doğadaki bir sistemde denge pozisyonu arayışı ise tek bir arama üzerinden gerçekleşmez, sistemde bulunan bir çok eleman aynı anda en yüksek tepelyi aramaya başlar ve sonuçta aralarından en yüksek tepelyi bulan eleman en yüksek adaptasyonu gösterdiği için hayatta kalarak “seçilir” (McCormack ve d’Inverno, 2012, s. 44–45).

Sanatçıların da yaşamları süresince üretimleri incelendiğinde tek bir stilin sürekli uygulanması yerine, çeşitlenen bazen “kötü” üretimler yapılan ancak bunların sonucunda yeni stillerin keşfedildiği bir üretim süreci görüldüğünü söylemek yanlış olmayacaktır. Klondike uzayından yeniden örnek vermek gerekirse, sanatçıların sürekli olarak değişen bir topolojide stillerindeki evrimleşmelerle ulaştıkları biçimsel stil tepelerinde sabit kalmadan daha yüksek dağları hedefleyen bir arama algoritması gibi çalıştıklarını söylemek mümkündür. O halde evrimsel algoritmaların sanatçıların üretim sürecindeki yeni arayışlarına eşlik edebilecek bir araç olarak kabul edilebilmeleri için bu üretim sürecine paralel bir yol izlemesi gerektiği söylenebilecektir.

Bu sorunun yapısı evrimsel algoritmalar üzerine çalışan araştırmacılar tarafından da incelenmiştir. Galanter’e göre doğada gerçekleşen evrimin yeni çözümler üretmedeki başarısı iç içe geçmiş sistemlerin hiyerarşik olarak birbirini etkilemesinden kaynaklanmaktadır. Yani bir canlının adaptasyonda (yeni biçim üretmede) gösterdiği başarı, diğer canlılarla etkileşimi, hücrelerinin yapısı ve DNA’sına kadar incelenebilecek diğer sistemlerin de adaptasyonu sonucunda ortaya çıkmaktadır. Evrimsel algoritmaların da benzer bir yeni biçim üretme kapasitesine sahip olması için doğadaki gibi çok katmanlı bir yapıya sahip olması gerekmektedir (Galanter, 2010; Whitelaw, 2004).

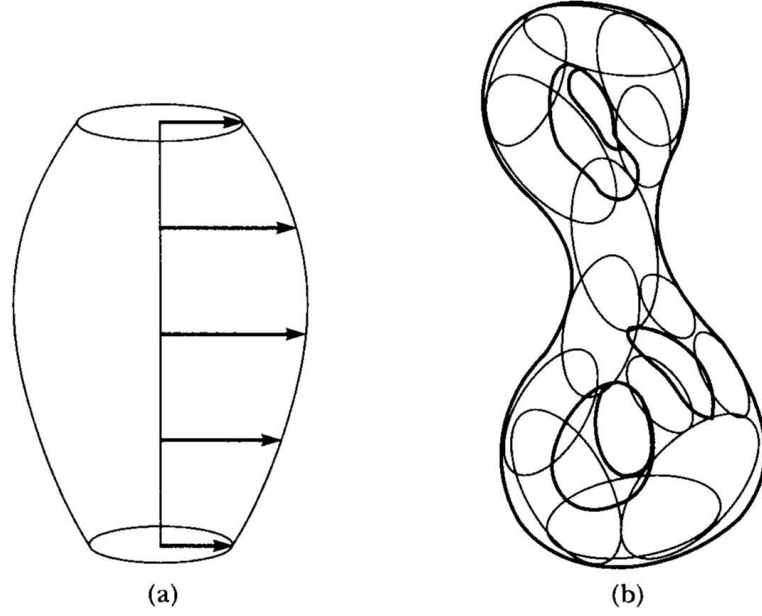
Doğada yeni biçimlerin belirmesi süreci, canlıların yani fenotiplerin etkileşiminden çok biçimleri oluşturan elemanlarda yani genotipte görülen etkileşime bağlı olarak ilerlemektedir. Bu bağlamda canlının genleri pratikte görülmeyen bir kurallar dizisi olsa da canlının biçiminde dolayısıyla davranışlarında ve çevresine adaptasyon kapasitesinde görülmektedir. Örneğin besin kıtlığı yaşanan bir adada, bir kuş popülasyonu içerisindeki bireylerin genlerinde gerçekleşen rastgele mutasyonlardan bazıları yeni nesillerdeki bireylerin gagalarının biçimini değiştirerek yeni besin olanaklarına ulaşmalarını sağlayacaktır. Sonuç olarak, yeni biçimsel özelliğe sahip kuşlar daha çok hayatta kalacak ve sayıları artacaktır. Bu durumun sonunda ise yeni bir kuş türünün ortaya çıkması olasıdır (Arida, 2004; Bentley ve Corne, 2002; Senecal, 2016).

Ancak yapısı gereği hiçbir simülasyon, orijinalinde yer alan karmaşıklığı birebir içerebilmektedir. Bu sebeple doğadaki evrimde bulunan hiyerarşik yapı evrimsel algoritma araştırmacıları tarafından incelenerek matematiksel süreçlere soyutlanmıştır (Görsel 3.30.). Evrimsel algoritmaların yeni biçim üretme kapasitesini arttırmak için karmaşıklığın yanı sıra, algoritmada aranan biçimlerin (fenotiplerin) yapılarını belirleyen iç kuralları (genotipleri) inceleyen bu alt alan, genetik algoritmalar olarak adlandırılır. Evrimsel algoritmaların bir alt kümesi olan genetik algoritmaların temellerinin John Holland tarafından 1975 yılında yazılan “Doğal ve Yapay Sistemlerde Adaptasyon” adlı kitabı ile ortaya konulduğu kabul edilmektedir ve bir çok mühendislik alanında yeni biçimsel çözümlerin aranmasında bir araç olarak kullanılmaktadır. Genetik algoritmalarda biçimler, daha önce ele alınan biçim üretme algoritmalarından farklı olarak, algoritmadaki biçimsel elemanların etkileşimi sonucunda değil her biçimin içerisine kodlanmış olan kuralların etkileşimi sonucunda meydana gelmektedir (Oxman, 2006, s. 256; Whitelaw, 2004).



Görsel 3.30. Yaratıcı evrimsel sistemlerin beş ögesi (Bentley ve Corne, 2002, s. 80)

Görsel 3.31.'de verilen şematik açıklama, Birkhoff'un vazolar üzerine kurduğu biçimsel kurallara (Görsel 3.11.) benzer bir kurallı sistem ile üretilen bir biçim (A) ve biçimsel elemanların genetik algoritmalar ile evrimleşmesi sonucunda üretilen benzer bir biçimi (B) karşılaştırmaktadır. A'da verilen biçim ancak önceden tanımlanan boyut, orantı vb. kuralların varyasyonları ile sınırlı kalmakta iken B'de biçimi tanımlayan kurallar yerine biçimi oluşturan alt elemanlar olarak tanımlanan elipslerin kombinasyonları ve bu elipslerin varyasyonları sonucunda oluştuğu için çok daha geniş bir biçimsel üretim olanağı sunmaktadır (Bentley ve Corne, 2002, s. 78).



Görsel 3.31. (a) Sabit parametrelerin optimizasyonu ile biçim üretimi (b) Alt elemanların varyasyonu ile biçim üretimi (Bentley ve Corne, 2002, s. 79)

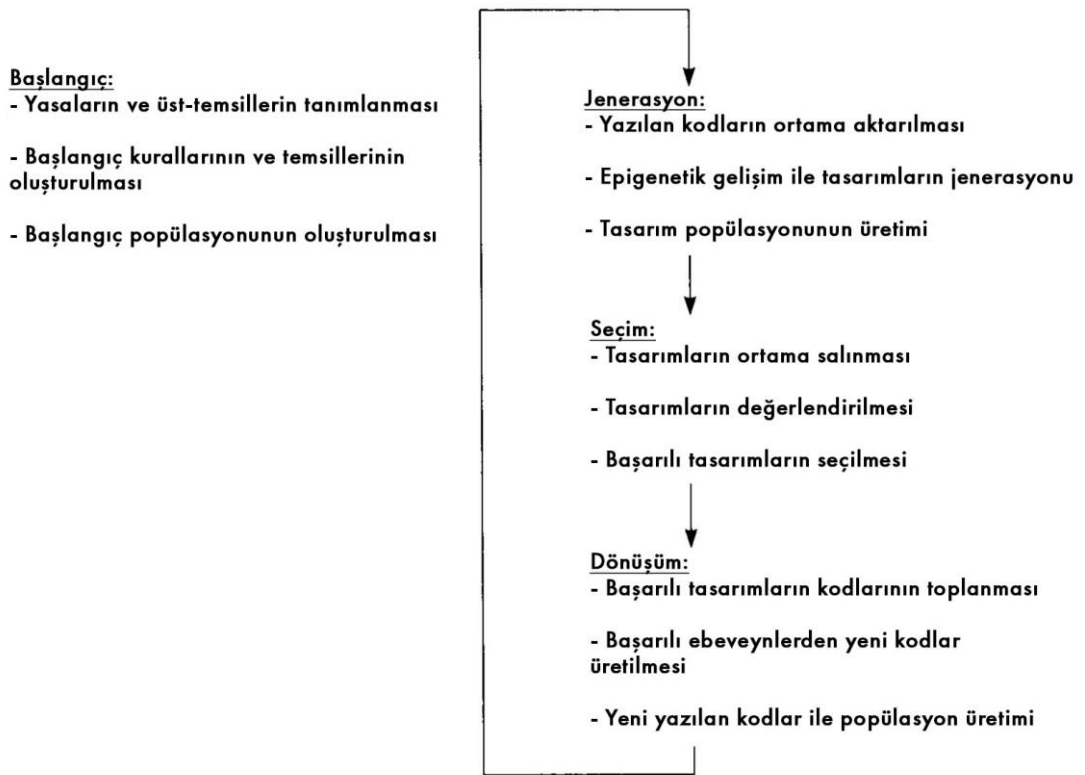
Genetik algoritmalar ile kural temelli algoritmalar arasındaki farkı gösteren bu örneğin, aslında geleneksel kodlamalarla çalışan bilgisayarların keşif süreci ile sanatçıların biçimsel keşif sürecini ifade eden bir şema da olduğunu önermek yanlış olmayacaktır. 3.2.1. Bölümde verilen şekilsel gramerler kuramının kurucusu olan George Stiny de geleneksel dijital tekniklerle jeneratif üretim sürecinin, sanatçıların üretim sürecindeki yeni arayışları kısıtlayabildiğini öne sürmüştür.

George Stiny'nin tezi, bilgisayarın gereği olan noktasal tanımlar görsel malzemenin algıda önemli bir özelliği olan bütünselliği hiçe saymasıdır. Görsel malzeme (0,1) diliyle ifade edildikçe, bu dile bağlı kalarak kurulan düşünce algıya kapalı kalır. Örneğin, bir görüntü öngörülen bileşenlerden farklı bileşenlere ayrıştırılamaz; yani bir nesneyi dayatılandan farklı bir biçimde tanımlamak olası olmaz. Önceden belirlenmiş değişmez yapılar tasarım sürecindeki akıl yürütmeye kısıtlamalar getirir. Tasarımda düşünce salt sayısal değil, sayısalla ifade edilemeyecek şekilde görsel ve dokunsaldır. Buna uygun olarak da tanımlar sürekli değişebilir. Tasarımın hesabı da bu düşünce yapısına uygun olmalıdır (<http-1>).

Genetik algoritmalarda görülen kesin kuralları olmayan ve değişken bileşenlere dayanan üretim süreci ile Stiny'nin bilgisayarlar ile tasarım yapma sürecinde belirttiği bu sınırların aşılmasında önemli bir adım olduğu söylenebilir. Bununla birlikte, dokunma gibi duyulara dijital ara yüz oluşturmayı amaçlayan teknolojik gelişmeler mevcut olsa da,

bu konular jeneratif sanat üretimi dışında bir başlığın altına gireceği için bu çalışmanın kapsamında yer almayacaktır.

Genetik algoritmaların temelinde, tıpkı doğada görülen evrim gibi, biçimsel çözümler taşıyan bireylerin seçilerek yeni biçimsel çözümlerin üretilme süreci yer almaktadır. Bu süreç teknik olarak incelenecek olursa, öncelikle sisteme tanımlanan “genetik” verilerin varyasyonlarından oluşan çok sayıda biçimsel “fenotip” üretilir. Bu ilk nesil arasından istenen sonuca en yakın olan biçimler seçilir ve canlıların genlerini bir sonraki nesle aktarmasına benzer biçimde seçilen biçimler arasında genetik verilerin aktarılması ve çeşitlenmesi sonucunda ikinci bir nesil oluşturulur (Görsel 3.32.) (Oxman, 2006, s. 256).



Görsel 3.32. Jeneratif evrimsel algoritmanın işleme aşamaları (Bentley ve Corne, 2002, s. 289)

Bu açıklamada da görüldüğü üzere, genetik algoritmalarda istenen sonuca ulaşmak için her nesildeki popülasyon arasından yapılan seçimi belirleyen kurallar kilit noktayı oluşturmaktadır. Seçimi belirleyen kurallar, besin kıtlığı yaşayan kuşların besine ulaşmak

için gereken şartları sağlaması olarak örneklendirilebilir. Her nesilde kuşlarda tüylerin boyu, pençe yapısı, gaga biçimi gibi çeşitli değişimler görülecektir, ancak bunlardan sadece besine ulaşabilme şartını sağlayanlar hayatta kalacak ve diğerleri elenecektir.

Tüm otomatik karar veren algoritmaların temelinde kullanıcı tarafından dışarıdan belirlenen bir tercih etme kuralı (evaluation function) bulunmaktadır. Bu kurallar, yapay sinir ağlarında maliyet fonksiyonu (cost/loss function), ödül fonksiyonu (reward function) ve evrimsel algoritmalarda ki uygunluk fonksiyonu (fitness function) gibi farklı isimler taşısa da işlevleri aynıdır, sistemin denge (homeostasis) durumuna hangi şartlarda geçeceğini belirlemektedir. Yani sistemin içerisinde bulunduğu durumu değerlendirip, yeni kararlar vermesini sağlayan bir kıstas işlevi sunmaktadır. Dolayısıyla bir genetik algortmada belirlenen değerlendirme kıstasının, bu algortmadan çıkacak biçimin yapısını belirleyen en önemli etmen olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır (Bentley ve Corne, 2002, s. 40–41; Machado ve Cardoso, 2002, s. 102; Senecal, 2016)

Sayısal bir değerlendirme kıstası belirlenmesi, evrimsel algortmada yer alan belirli genotipleri ve davranışları ön plana çıkaracağı, yani karşılaşılan rastgeleliği yönlendirmektedir. Dolayısıyla, bilgisayar bu kıstasa dayanarak bir sanatçının üretmesinin fiziksel olarak mümkün olmayan sayıda tekrar ve varyasyon üretip bunlar arasından çıkan sonuçları sanatçıya sunabilecektir (Galanter, 2016, s. 165).

Sayısal değerlendirme kıstası taşıyan genetik algortmalar birçok mühendislik ve tasarım alanında kullanılmaktadır. Ancak sanat alanında sayısal bir değerlendirme kıstası belirlenmesi sanatın muğlak yapısı sebebiyle problemlili bir konudur. Örneğin bir antenin en güçlü radyo dalgası üreteceği veya uçak gövdesinin radyo dalgalarını en fazla saptırdığı biçime sahip olması gibi performansa dayalı kıstaslar sayısal olarak ifade edilebilmektedir. Aynı şekilde bir mimari tasarımda ele alınan, mekânın boyutu, binanın işlevi, ısıtma, havalandırma gibi değerler sayısal birer performans kıstası olarak belirlenebilmektedir (Galanter, 2010).

Fakat sanat alanında genel kapsayıcılığa sahip bir kural üretmek önceki bölümlerde görüldüğü gibi verimsiz bir arayış olmuştur. Yine Greenberg’in “Bir heykel, bir binanın aksine kendi ağırlığından fazlasını taşımak zorunda değildir” sözleri ile hatırlanacağı üzere modernist sanatın temelinde, dışarıdan ölçülen performans kıstaslarının

reddedilmesi ve her sanatın sadece kendi iç kurallarını incelemesi yatmaktadır (Greenberg, 1969, s. 145).

Galanter’e göre evrimsel sanatta istenilen sonucun elde edilmesi için bir değerlendirme kıstası belirlenmesi evrimsel algoritmaların temeliyle çalışmaktadır. Galanter’in bu iddiası şu şekilde açıklanabilmektedir: doğada en etkili yeni biçim üretebilen sistemler Gell-Man’ın efektif karmaşıklık kuramına göre canlılara aittir. Dışarıdan belirlenecek bir değerlendirme kıstası ise, canlı sistemlerin evriminde yer alan “bileşenlerden sonuç üretme” (bottom-up) sürecine zıt olarak kural temelli sistemlere benzeyen ve “sistemin genelini yönlendiren” (top-down) bir yaklaşımı taşımaktadır. Sonuç olarak Galanter’e göre, değerlendirme kıstası ile sınırlandırılan genetik algoritmalar doğadaki kadar özgür bir biçimsel evrimleşme sürecine sahip olamayacağı için, bu kısıtlanmış sürecin yeni biçimler üretilebilmesi yapısal olarak çelişkilidir (Galanter, 2010).

Ancak “sanatsal biçim” doğadaki gibi hiyerarşik ve etkileşimli bir karmaşıklığa sahip bir evrimleşme sonucunda ortaya çıkacaktır önermesi kendi içerisinde bir çok problem taşımaktadır. Bu anlayışa göre değerlendirme kıstası konulan bir sistem doğadaki sistemlere benzerliğini yitirdiği için yeni ve sanatsal değere sahip biçimler üretmediği öne sürülmektedir. Sanatsal biçimin doğaya benzerlik seviyesi ile ölçülmesi, özünde Antik Yunan estetiğine ve mimesis kavramına dayanan bir değerlendirmedir (McCormack, 2013, s. 5). Greenberg’e göre modernist sanatın temellerinden biri olan sanatta doğayı taklitten kaçınma düsturu ile karşılatırıldığında ise Galanter’in sanat görüşünün modernist sanat ile uyumsuz tutumu görülmektedir (Greenberg, 1969).

Doğayı birebir yansıtmaya çalışmak Rönesans ressamlarının gözlemledikleri olguları hakikatiyle resmetme çabasına benzetilebilecektir. Matematiksel perspektif ve boya teknolojilerindeki gelişimlerden etkilenen Rönesans sanatçılarının bu tavrında, modernist sanatın pozitivist temelleri ile bir paralellik olduğunu söylemek yanlış olmayacaktır. Ancak doğayı birebir taklit etmeyi amaçlayan bu sanatçılar dahi eserlerinde kişisel yorumlarına ve biçimsel kurallara dayalı soyutlamalar kullanmışlardır (McCormack, 2013, s. 7).

Doğayı taklit eden bir süreci izleyen bir dizi işlemin sonucunda beliren “yeni biçimlerin” sanat olduğunu söylemek sanatı tamamen öznel beğeni ile eş tutmak anlamına

gelmektedir. Zira efektif karmaşıklık kuramı ile yapılan bir değerlendirmeye göre sanatsal biçim sadece boşluk ile dağınıklık arasında bir durumda bulunur önermesinden öteye gidememektedir. Bu şekilde daraltılmış bir estetik çerçeve ise sanat eserlerini “güzel zanaat ürünleri” olarak tanımlamak ve modernist soyut sanatın temellerini reddetmek olacaktır (http-2).

Öncelikle, yaratıcı sonuçlar üreten ve estetik beğeniye hitap eden sonuçlar üreten evrimsel sistemleri ayırmak gereklidir. Yaratıcı sonuçlar, estetik beğeniye engel değildir ancak bu iki kavram birbirinden bağımsızdır (örneğin bir makine veya algoritmanın estetik beğeniye hitap eden ancak yaratıcı olmayan sonuçlar üretmesi mümkündür). Bu ayrım sıklıkla göz ardı edilmektedir (McCormack ve d’Inverno, 2012, s. 43).

Evrimsel algoritmaların sadece yeni biçim üretebilme kapasitesi ile değerlendirilmesi, üretilen biçimlerin sanatsal değerleri hakkında bir yorum getirememektedir. Eğer jeneratif sanatın amacı insanların üretebildiği gibi “güzel” biçimler üretmek ise, sahte Mondrian (Görsel 3.17. ve 3.18.) örneğinde görüldüğü gibi, genetik algoritmalarından daha basit yöntemlerle insanları kandırabilecek sanat eserleri üretmek mümkündür (Noll, 1966).

Ayrıca sanatsal üretim ve doğadaki evrim süreçleri karşılaştırıldığında aralarında öne sürüldüğü gibi temel bir benzerlik olmadığını iddia etmek mümkündür. Genetik algoritmalar da genel olarak uygulanan Darwin’ci evrim modelinde, biçimlerin genotipleri her nesilde rastgele mutasyona uğratılmaktadır. Sanatçıların üretim sürecinde ise biçimsel denemeler rastgele değil, sanat tarihi, çevre ve diğer sanatçılarla etkileşim gibi kültürel çerçevelerle sınırlandırılmış bir “mutasyon” gerçekleştiği söylenebilecektir (Arida, 2004).

Yapılan araştırmalarda, makinelerin üretim yapacağını sınırlandırmayan, canlı sistemlerden temel alınanların da dahil olduğu bir dizi değerlendirme kıstası ile jeneratif üretimler gerçekleştirilmiştir. Ancak elde edilen sonuçlar sayısal tutarlılık taşısa da minimal yaratıcılık göstermektedir, sonuç olarak araştırmacılar bir sanatçı tarafından “estetik beğeniye tanımlayan” bir değerlendirme kıstası belirlenmediği takdirde dijital jeneratif algoritmaların sanatsal sonuç üretemeyeceğine karar vermişlerdir (McCormack ve d’Inverno, 2012, s. 44).

Ayrıca evrimsel algoritmadaki biçimsel değişimi yönlendirecek bir değerlendirme kıstası belirlenmediği takdirde ulaşılan sonucun sanatsal bir değeri olduğunu söylemek çelişkilidir. Çünkü doğada görülen evrim sonucunda oluşan yeni biçimlerin sanat olarak

kabul edilmediği gibi, varsayımsal olarak doğaya birebir benzeyen bir algoritmanın da sanatsal biçim üreteceği kabul edilemeyecektir. Sanat tarihinde Jean Arp gibi doğadaki rastgeleliğin sonucunda beliren biçimlerin kendiliğinden “sanatsal değer” taşıdığı önermesini kabul eden sanatçılar olsa da, bu önerme kendi içerisinde metafiziksel bir varsayıma dayalıdır ve modernist sanat içerisinde tartışmalı bir alanda bulunmaktadır (Burnham, 1987; Krauss vd., 2004).

Doğada beliren biçimlerin tek başına sanat olarak kabul edilmemesi sorununa getirilmeye çalışılan bir çözüm de biyolojik karmaşıklığı birebir taklit edebilen varsayımsal makinenin dışarıdan seçilen bir konu üzerine işlem yapmasıdır. Herhangi bir konudan edinilen veriler bu algorima içerisinde değişikliğe uğrayacak ve sonunda soyutlanmış veya tamamen soyut biçimlere sahip bir eser üretilebilecektir (McCormack, 2013, s. 5). Bir biçimsel soyutlama sürecinden geçse dahi, sanat eserini kendisinden başka bir konu üzerine üretmek temel olarak sanatta temsil kavramı ile açıklanır ve en eski sanatsal üretim yöntemlerinden biri olduğu kabul edilir (Carroll, 2010). Refik Anadol’un çalışmalarından da görülebileceği üzere (Görsel 3.24.) bu tarzda işleyen bir jeneratif üretim sonucunda ilgi çekici biçimler ortaya konmaktadır. Bu şekilde bir dijital süreç sonucunda üretilecek biçimlerin de temsil özelliği taşımadığı iddia edilemeyecektir. Bu eserlerdeki temsilin niteliği ve sanatsal değeri bu çalışmanın konusu olmamakla birlikte, algoritmaya konu atanmasının sanatçının tercihi, kısıtlaması veya yönlendirmesi dışında gerçekleşmeyeceği de açıktır.

Ayrıca dışarıdan bir değerlendirme kıstası ile sınırlandırılmamış genetik algoritmaların da devamlı yeni biçim üretebilme kapasitesine sahip olması tartışmalı bir iddiadır:

Genetik algoritmalarla yapılmış sanat eserlerini izleyen bir kişi kısa sürede “doğal sürecin işleyişini” değil, kendini tekrar etmeye başlayan bir tasarımcının izlerini gördüğü hissine kapılacaktır. Genetik algoritmalarla sağlanabildiği söylenen sözde doğal işleyişe, bir şekilde dahil olmuş bir teleolojin [ereksellik] var olduğu görülmektedir (http-2).

Dışarıdan değerlendirme kıstası verilmediği halde evrimsel algoritmaların neden tekrar eden biçimler ürettiğini anlamak için algoritmanın yapısının incelenmesi gereklidir. Evrimsel algoritmalar doğadaki evrim sürecinin soyutlanarak, sayısal işlemlerle temsil edildiği yapılardır. Doğanın birebir özelliklerine sahip bir simülasyon üretmek mümkün değildir, dolayısıyla bir bilgisayar programında gerçekleşecek evrim

süreci doğadakine göre basitleştirilmiş bir yapıya sahip olacaktır. Sadece doğadaki evrim sürecinde en etkili olduğu düşünülen işlemler evrimsel algoritmaların yapısına sembolik olarak kodlanmakta ve etkisiz bulunan doğal işlemler ise göz ardı edilmektedir. Yani bir algoritmanın doğadaki hangi özellikleri taşıyacağı, bu algoritmayı kodlayan kişinin doğayı kavrayışı ile belirlenmektedir. Bu sebeple evrimsel algoritmalar ile üretilen biçimlerin de dolaylı olarak algoritmayı ilk defa kodlayan kişinin soyutlamaları olduğunu söylemek mümkündür (Bentley ve Corne, 2002).

Evrimsel algoritmalarda efektif karmaşıklık gibi “kısıtlayıcı olmayan” bir ölçütle değerlendirmek de Birkoff’un “estetik ölçütü” gibi bir kısıtlayıcı kural belirlemekle aynı işleve sahiptir. Tek fark sanat eserlerinin estetik değerinin Birkhoff’un “Estetik Ölçüt”ünde olduğu gibi sayısal bir değerle değil (Görsel 2.1.), karmaşıklığı gösteren bir skala üzerindeki konumuna göre değerlendirilmesidir (Görsel 2.7.). Dolayısıyla “canlı sistemlerde görülene denk karmaşıklık taşımak” da temelinde sanatsal değer ne olduğuna dair genelleşici bir değerlendirme kıstası işlevi görmektedir (McCormack, 2013).

Sanat eserinde hangi niteliklerin ölçüleceğine karar veren değerlendirme yöntemleri daha önceki bölümlerde de ele alınmıştır. Bu yöntemlerde ise genel olarak, sanatsal değere dair evrensel bir ölçüm aranırken kişisel yorumların kullanıldığı problematik temeller bulunduğu görülmüştür (McCormack ve d’Inverno, 2012, s. 43–44).

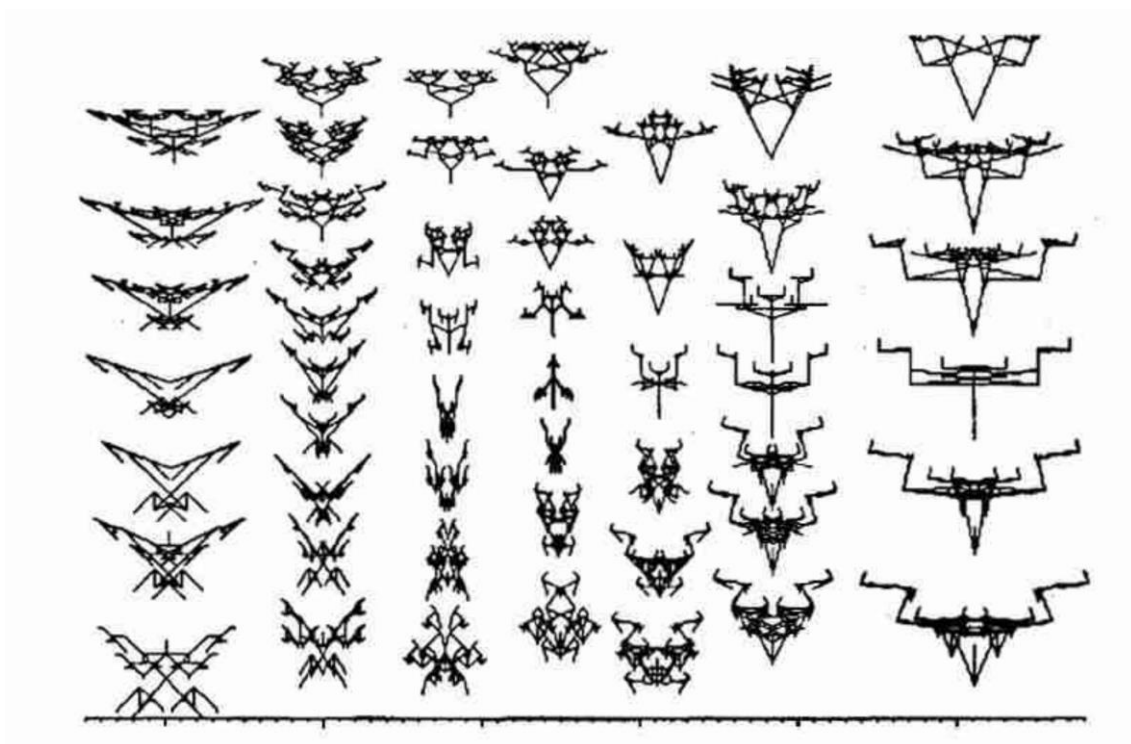
Sanatsal değer ne olduğu tarih boyunca her dönem ve her kültürde değişen cevaplara sahip bir konudur. Estetiğin genetik, kültürel, gelişimsel ve psikolojik yönlerini tam olarak anlamış olsak bile, değerlendirme kıstası işlevi görececek bir sayısal fonksiyon üretmek, yapay zekâ araştırmalarında bir dizi zor sorunun çözülmesini gerektiren, göz korkutucu bir görev olmaya devam edecektir. (...) İnsan estetiği veya insan zekasını genel olarak tanımlayacak bir model [algoritma], varsayımsal bir kavanozda beyin [brain in a vat] olmanın ötesine geçmelidir. Estetik duyum ve psikolojik yapılar, bir miktar da belirli bir mekânda gerçekleşen duyumsamaların sonucudur. Makinelerin başarılı bir estetik değerlendirme yapabilmesi için, algıyı pasif bir zihinsel süreç olarak değil, bedenlerimiz ve dünya arasındaki dinamik bir etkileşim olarak açıklamalıdır (Galanter, 2012, s. 257).

Görüldüğü üzere, kural temelli geleneksel algoritmalar ve biyolojik karar verme modellerini kullanan evrimsel algoritmalar insanlar tarafından belirlenen çerçevelerin dışına çıkamamak bağlamında aynı noktadadır. Yani üretim kapasiteleri ve sonuçlarının

performans değeri açısından aralarında büyük farklar görölse de başka yapıtlar üretebilen yapıtlar olarak benzer bir işlev taşımaktadırlar. Dolayısıyla genetik algoritmaların otomatik olarak estetik sonuçlara ulaşması mümkün olmasa dahi sanatçıların üretim sürecine katkı sağlayacak bir araç oldukları söylenebilecektir.

Özetlemek gerekirse, genetik algoritmalar ilk olarak bilimsel araştırmalarda çeşitli araçların performansını arttırmak için farklı biçimsel çözümlerin aranması amacıyla geliştirilmiştir. Bu arama süreci de her nesilde rastgele değişimlerle üretilen birçok biçimin arasından en uygun olanın seçilmesi ile gerçekleşmektedir. Ancak bu yaklaşımda algoritmadan beklenen her sonuç için ayrı bir sayısal kıstasın matematiksel formüllerle belirlenmesi gereklidir. Bir sanat eserinin estetik değerinin hangi kıstaslarla ölçülebileceği belirli olmadığı için sayısal bir kıstas belirlenmesinin de problematik olduğu görölmüştür. Bu sorun üzerine sunulan “canlı sistemlerin karmaşıklığının kıstas alınması” da kendi içerisinde çelişkili ve modernist sanat görüşüyle uyumsuz olması sebebiyle bir çözüm getirememektedir. Sonuç olarak evrimsel algoritmaların tutarlı bir sanatsal üretim gerçekleştirebilmesi için varılan çözüm, algoritmanın ilerlemesinin kullanıcılar tarafından yönlendirilmesidir. Kullanıcı kontrollü veya interaktif olarak adlandırılan evrimsel algoritmalarda evrim sürecini yönlendiren sayısal bir değerlendirme kıstası yerini, her nesilde kendi uygun buldukları elemanları seçen kullanıcılar almaktadır (Arida, 2004; Senecal, 2016; Whitelaw, 2002, s. 410)

İnteraktif genetik algoritmaların biçimsel üretim için kullanılabileceği fikri ilk defa Richard Dawkins’in 1986 yılında yazdığı “Kör Saatçi” kitabında ortaya konulmuştur. Dawkins’in sunduğu genetik algoritmada biyomorfolar olarak adlandırdığı sanal canlıları temsil eden iki boyutlu biçimleri evrimleştirmiştir (Görsel 3.33.). Bu algoritmada kullanıcılar interaktif olarak her nesilde üretilen canlıları seçerek, değerlendirme kıstası işlevini sağlamışlardır. Böylece kullanıcının algoritmanın yapısına teknik müdahalede veya sayısal bir yönlendirmede bulunmadan da ulaşılacak biçimsel çeşitlilik gösterilmiştir (Machado ve Cardoso, 1998).



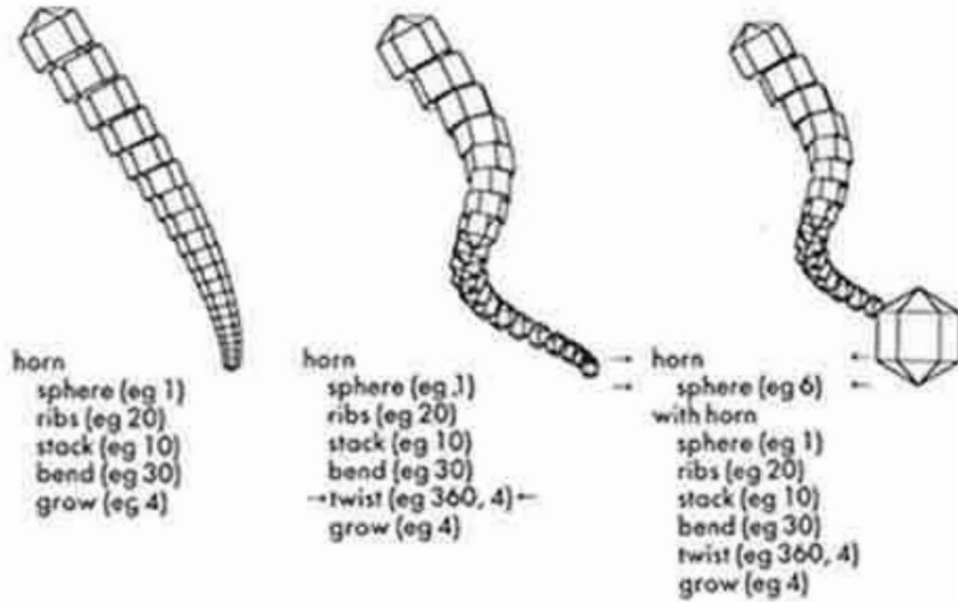
Görsel 3.33. Dawkins'in “Evrım Oyu”nundan örnek biçimler (Dreher, 2014, s. 179)

Doğada da evrimsel algoritmalar da adım adım değişen biçimlerle, yeni biçimlerle karşılaşmak sanatçının “fark etme” işlevini ön plana çıkaran bir süreçtir. Bunların arasından yaratıcı olanları görmek, içerisindeki sanatsal özelliği fark etmek ve bu sonuçları tercih etmenin sanatsal üretimin temellerinde yer aldığını söylemek yanlış olmayacaktır (Carroll, 2010). Evrimsel algoritmaların kullanıcı tarafından yönlendirilmesi daha önce bahsedilen biçimsel tekrarlama sorunlarını da çözmektedir. Sayısal bir değerlendirmeye sahip arama algoritmaları Klondike uzayındaki “küçük tepelerde” sıkışabilmekteyken bir kullanıcı algoritmayı bu tarz tikanıklıklardan uzaklaştırabilecektir. Eğer istenilen sonuç belirsiz ise zaten sayısal bir kıstas üretmek de imkansızdır. Sanatçılar değişken tercihlere sahipse algoritmanın her nesilde sunduğu opsiyonlar arasından tercihler gerçekleştirmek, algoritmanın yapısına müdahale etmeksizin serbest bir biçimsel arayış imkanı sunacaktır (Bentley ve Corne, 2002, s. 74).

İnteraktif genetik algoritmalar kullanıcıların teknik uzmanlığa sahip olmasını gerektirmez. Kullanıcının tek yapması gereken her nesilde karşısına çıkan sonuçlar arasından seçim yapıp, bilgisayarın buna göre bir sonraki nesilde daha iyi sonuçlar üretmesini sağlamaktır. Yine de interaktif genetik algoritmalar geleneksel sanat üretme

metotlarında olduğu gibi ustalık gerektiren bir araç olarak görülmelidir. Kullanıcılar programın çalışma biçimini tanıdıkça istedikleri sonuca ulaşmak için kullanmaları gereken yolları öğrenecektir. Böyle bir evrimsel sistem içerisinde homeostasis durumundan da söz edilemeyeceği için, algoritma sanatçının istediği biçimle karşılaşması ile sonlandırılacaktır (McCormack ve d’Inverno, 2012, s. 44).

Dawkins evrimsel algoritmaları bir sanat çalışması olarak sunmamış olsa da bu çalışma daha sonra birbirinden bağımsız olarak Kar Sims ve William Latham’ın genetik algoritmaları kullandığı sanat çalışmalarına ilham vermiştir ve bu çalışmalar Latham tarafından “evrimsel sanat” adıyla yeni bir sanatsal üretim türü olarak ortaya konmuştur. Evrimsel algoritmaları ilk defa sanatsal bağlamda kullandığı kabul edilen Latham, 1988’de elle ürettiği heykellerinde evrimsel süreçleri entegre ederek başlamıştır. 1990’ların başında ise yazılımcı Steven Todd’un yardımlarıyla evrimsel üretme sürecini bilgisayarlara aktarmıştır. Bu evrimsel algoritmalarla çeşitli böcek, biyomorfik biçimler elde edilmiş ve animasyon, enstelasyon ve resim gibi çeşitli medyumlarda sunulmuştur (Görsel 3.34.) (Machado ve Cardoso, 2002, s. 101–102; McCormack, 2013, s. 2).



Görsel 3.34. William Latham, *Mutator* yazılımı ile üretilen boynuz biçimleri (Dreher, 2014, s. 177)

Latham Picasso’nun Kübizmin kurucusu olması gibi kendisini Evrimsel sanatın kurucusu olarak görmektedir. Çalışmalarında sanatçı olarak kişisel ifadesini ön planda

tutmuştur. Evrimsel sanatçıyı önce bir dünya yaratan sonra da bu dünyanın “bahçıvanlığını” yapan kişi olarak tanımlamıştır. Latham’a göre “bahçıvan sanatçı” kendisi yeni biçimler üretebilen bir eseri biçimlendiren kişidir (Görsel 3.35.) (Bentley ve Corne, 2002, s. 167).



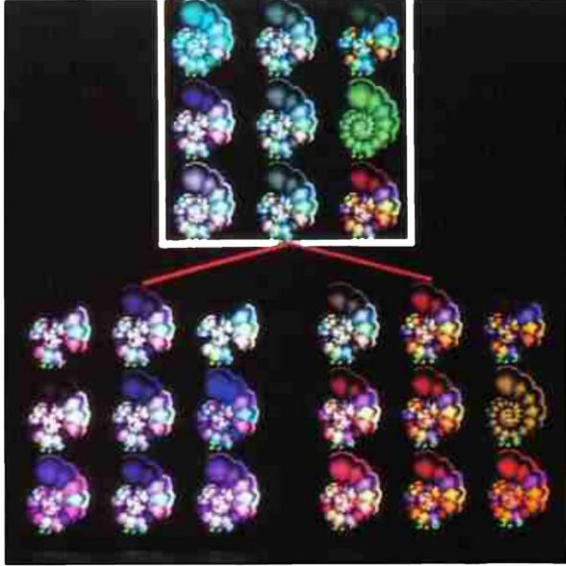
Heykel - Wireframe



Heykel - Render



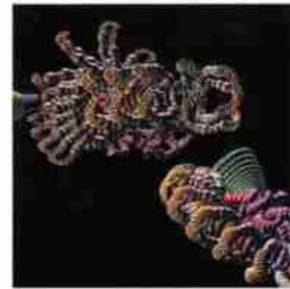
Heykel - Dokulandırılmış



Rengin evrimi



Mutasyonların sekansı



Görsel 3.35. William Latham, evrimsel algoritmalar kullanılarak üretilen biyomorfik heykeller (Dreher, 2014, s. 180)

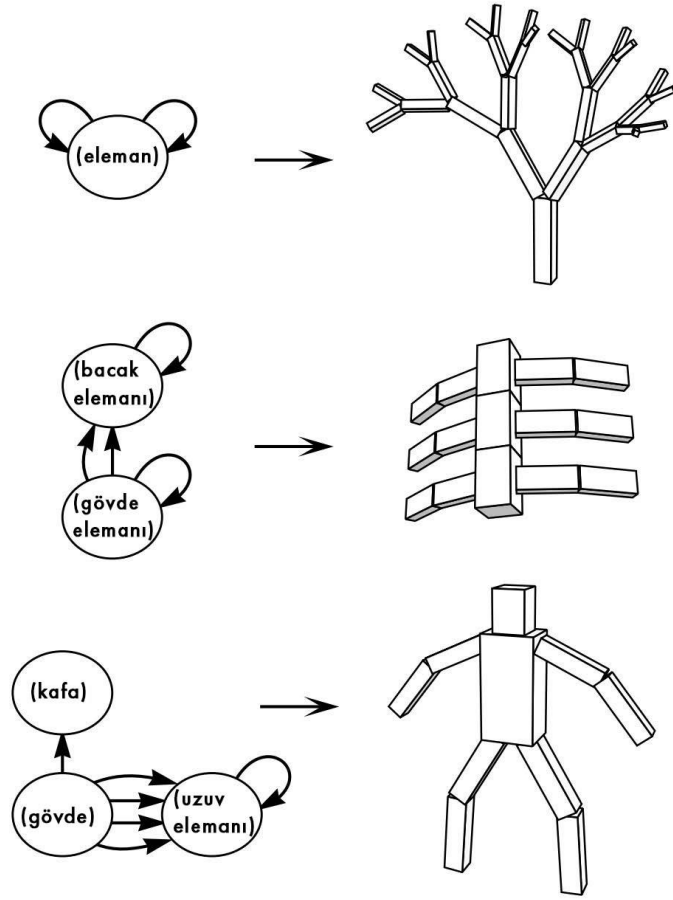
Aynı yıllarda Karl Sims de algoritmalarla üretilen ve evrimleşen üç boyutlu biçimler üzerine çalışmaya başlamıştır. Latham'ın aksine bir sanat eğitimi almayan Sims bilgisayar bilimleri ve biyoloji formasyonlarına sahiptir. Sims çalışmalarında Lindenmayer sistemleri gibi matematiksel formülleri temel alarak evrimleştirilen bitkisel biçimler (Görsel 3.36.) ve fiziksel simülasyonların içerisinde sinir ağlarını kullanan genetik algoritmalarla yürümeyi öğrenen sanal canlılar (Görsel 3.37 ve 3.38.) kullanarak kompozisyonlar üretmiştir (Galanter, 2016, s. 165; McCormack, 2013, s. 2).



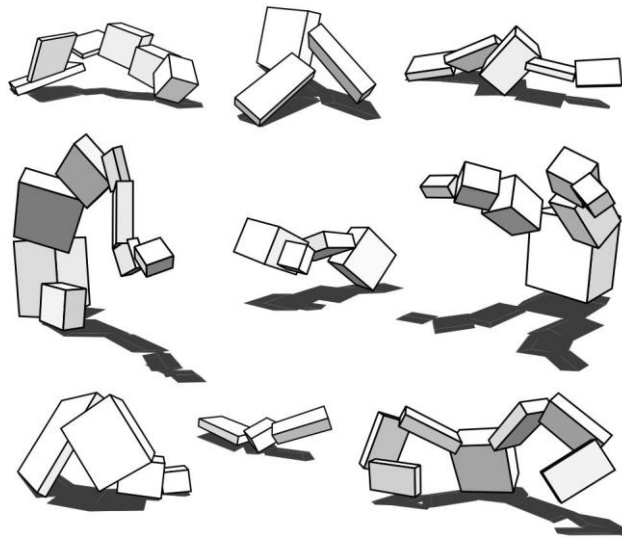
Görsel 3.36. Karl Sims'in evrimsel algoritmalar kullanarak ürettiği bitkisel biçimler (Dreher, 2014, s. 181)

Genotip: yönlü çizge

Fenotip: 3B parçaların hiyerarşisi



Görsel 3.37. Karl Sims, üretilen canlı biçimlerinin genotip çizgeleri ile ifadesi (Sims, 1994, s. 3)



Görsel 3.38. Yürümek için evrimleşmiş dijital canlılar (Sims, 1994, s. 7)

Sims'in 1995 yılında sergilediği "Galapagos" eserinde ise Latham'ın eseri yönlendiren "bahçıvan sanatçı'nın" dışına çıkmıştır (Görsel 3.39.). Bu eserde izleyiciler gerçek zamanlı bir animasyon olarak sunulan evrim sürecini sergi salonuna yerleştirilmiş tuşlarla yönlendirebilmektedir. Biçimsel tercihin sanatçıdan izleyiciye aktarıldığı bu eserde sanatçının işlevi biçimlerin üretileceği sanal dünyanın çerçevesini çizmek olarak görülmektedir (Galanter, 2012, s. 263).



Görsel 3.39. Karl Sims, "Galapagos", 1995 (Dündar, 2019, s. 103)

Jeneratif sanat üretim sistemlerinde hem biçimsel hem de kavramsal yapıya sahip karmaşık kompozisyonların kurallar veya evrimsel algoritmalara indirgenmesinin mümkün olduğu bir önceki bölümde ele alınmıştır (Görsel Dino, 2012, s. 208). Sanat eserinin algoritmik olarak çözümlenmesi olgusunu Vitruvius'dan beri gelen sanatın geçmiş, şimdi ve gelecek ile kurduğu ilişkilerin anlaşılmasını hedefleyen pozitivist çabanın bir devamı olarak görmek mümkündür. Ancak bu süreç bu bölümde de görüldüğü üzere sanatı bir bilime dönüştürmek veya bilgisayarların sanatçıların yerini alması ve sanat üretmesi anlamına gelmemektedir (McCullough vd., 1990, s. 29–30).

Bilgisayarları mimaride nasıl kullanırsız sorusunu soran kişi, tehlikeli, toy ve ahmaktır. Ahmaktır çünkü sadece ahmak bir insan ihtiyacı olmadığı halde bir aleti kullanmak ister.

Toydur çünkü binlerce memurdan da gördüğümüz gibi, aslen biz biçim ve işlev üzerine kavrayışımızı genişletmezsek bilgisayarların yapabileceği çok az şey vardır. Tehlikelidir çünkü bu meşguliyeti içerisinde bizim amaçladığımız kavramsal anlayışa ulaşmamızı ve sorunları aslen olduğu gibi görmemizi engelleyebilir (Arida, 2004).

Jeneratif sanat üretimi en geniş bakış açısıyla teknolojiden bağımsız olarak sanatçının üretim sırasında bazı kararları kendinden başka bir sisteme devretmesi olarak tanımlanabileceği görülmüştür. Teknolojik gelişmelerle birlikte jeneratif sanatın görünürlüğünün artması ise bilgisayarların, sanatın geneline dair özel bir katkısından değil, sanat üretiminde yer alan karmaşık süreçleri yönlendirilebilir kılmalarından kaynaklanmaktadır (Galanter, 2010).

Bu sebeple dijital jeneratif sanatın bir sanat üretim yöntemi olarak ele alındığında üretim sürecine açıklık sağlayabileceği, üretimi hızlandıracağı ve sanatçının stilsel gelişimini destekleyebilecek bir araç olduğunu söylenebilecektir.

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

4. DİJİTAL JENERATİF SİSTEMLERİN SANATSAL ÜRETİMDE

KULLANIMI ÜZERİNE BİR ÇÖZÜMLEME

4.1. Dijital Jeneratif Sistemlerin Sanat Üretimindeki Kullanımının Belirlenmesi:

Araçsallık

Dijital Jeneratif sistemlerin sanatçıların tasarlama ve biçimlendirme sürecinde destek olabilecek araçlar olarak kullanılabileceği bir önceki bölümde kuramsal olarak gösterilmiştir.

Jeneratif sanat üretimi, şekilsel gramerler veya evrimsel kurallar ile işlemesinden bağımsız olarak, eserlerin değil eserlerin ortaya çıktığı sürecin biçimlendirilmesi olarak tanımlanabilecektir. Yani dijital jeneratif sistemlerde bir biçimin değil, biçimi üretecek algoritmanın üretildiğini söylemek yanlış olmayacaktır. Bu sebeple jeneratif sanatın bir nesnenin tasarlanmasından nesnenin mantıki tanımının tasarlanmasına doğru bir geçiş olduğu söylenebilir. Bu geçiş geleneksel sanat üretiminde var olmayan yeni bir sanat üretim yöntemi ortaya koymaktadır. Bu yeni yöntem öncelikle gerektirdiği teknik bilgi sebebiyle geleneksel yöntemlerden farklı görülse de, jeneratif sistemlerle sanatsal üretim gerçekleştirilmesindeki asıl zorluk, dijital ortamda gerçekleşen biçimsel işlemlerin sanatçının zihinsel sürecine uyumlu olarak geliştirilmesinde yatmaktadır (Gürsel Dino, 2012, s. 207–208).

Sanatçıların eserlerini tasarlama sürecini bir zihinsel arayış olarak nitelendirmek yeni bir tanım olmayacaktır. Tasarım sürecinde birçok tekrar ile varyasyonlar üretmek, bunların arasından seçmek ve bunları geliştirmek, çeşitlemeler yapmak ve tekrar değerlendirmek sanat üretiminde her zaman var olmuş bir olgudur (Galanter, 2003).

Stravinsky'ye göre tüm sanat eserleri bir seçme süreci sonunda ortaya konmaktadır ve iyi sanatçı da çok sayıda varyasyon üretip bunların arasından iyi olanları seçebilen kişi olarak tanımlanmaktadır. Yani, birçok biçim arasından en iyisini bulabilmek için ne kadar fazla varyasyon üretilirse sonucun o kadar başarılı olacağı iddia edilmektedir. Buna göre sanatsal üretim, biçimsel varyasyonlar üretilmesi ve sonra bunların arasından istenilen özelliğe sahip olanların seçilmesi şeklinde iki farklı eylemin bir araya gelişi olarak

görülebilecektir. Sanatçıların da üretim sırasında eserle etkileşim içerisinde bulunurken devamlı olarak eleştirme ve yeniden üretme işlemleri arasında geçişler gerçekleştirdiğini söylemek mümkündür (Stiny ve Gips, 1978, s. 187).

Geleneksel tasarımda sanatçının boşluğa koyduğu her ek biçim akışkanlık içerisinde çözüm ve yeni sorunlar arasında gidiş gelişler yaşayan dinamik bir süreçtir. Sanatçının “Boşluk” üzerine müdahalelerde bulunması ve anlık olarak bu müdahalenin karşılığını görmesi geleneksel tasarımın en önemli ögesidir (Martino, 2010, s. 331–332).

Tasarlama sürecinde kullanılan ortam, kağıt-kalem veya kil gibi geleneksel malzemeler de evrimsel algoritmalar gibi teknolojik araçlar da olsa, tasarımcının kendi zihinsel sürecini dışsallaştırabileceği ve bunları eleştirebileceği olgusal mecralar yaratma işlevini taşımaktadırlar. Yine de tasarım araçları sanatçının zihinsel sürecini desteklemeleri bakımından iki kategoriye ayrılabilir. Geleneksel malzemeler ve geleneksel malzeme kullanımını taklit eden dijital araçlar tasarım sürecini doğrusal bir süreç olarak kabul ederken jeneratif sanat üretim araçları prosedürel bir çalışma süreci sunmaktadırlar (Oxman, 2006, s. 244).

Doğrusal tasarım sürecine verilebilecek ilk örnek elle yapılan geleneksel sanat üretimi olacaktır. Geleneksel üretim araçlarında görülen doğrusal süreçte sanatçının deneme-yanılma ile varyasyonlar üretmesi imkansızdır. Biçimsel varyasyonlar üretebilmek için ya her seferinde üretime yeniden başlanması ya da elde bulunan biçimin bozulması gereklidir.

Dijital çizim araçlarında da geleneksel malzemeler gibi davranan ve şekil alan dijital biçimler kullanarak tasarım yapılabilir. Kil ekleme, çıkarma, bükme gibi geleneksel biçimlendirme işlemlerini taklit eden biçimlendirme araçları ile geleneksel malzemedan neredeyse farksız bir üretim gerçekleştirmek mümkündür. Ayrıca kullanıcıların yaygın olarak kullandığı biçimsel işlemler hazır bulunduğu için bu programlar teknik bilgiye sahip olmadan kullanılabilir.

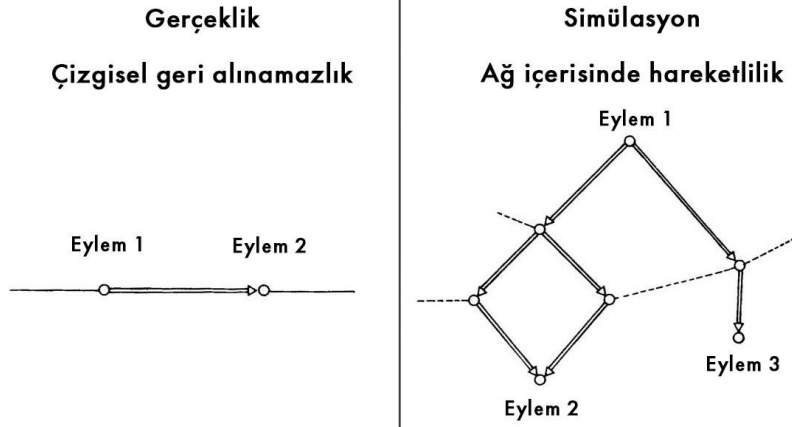
Dijital ortamda geri alma, hatasız kopyalar üretme gibi olanaklar bulunduğu için geleneksel üretim sürecine göre daha fazla denemeye imkân sağlanmaktadır. Ancak bu araçlar da geleneksel araçlardaki gibi doğrusal bir üretim süreci içermektedirler. Sanatçı biçimsel varyasyonlar üretmek istediği zaman elindeki biçimi bozmak zorundadır (Adzhiev vd., 2003; Arida, 2004)

Bilgisayarla tasarım süreci temelinde, sanatçının verdiği enformasyonu dijital ortamda bir biçimsel işleme eşlemektedir. Bu eşleme herhangi bir zorunlu kurala bağlı olmadığı için, farenin hareketinden alınan bir enformasyon, biçimi büyütme gibi bir işlemle ilişkilendirilebilmektedir. Fakat dijital çizim programlarının hazır sunduğu biçimlendirme araçları kullanıcının dijital ortamın serbestlik olanağını tam olarak kullanmasını engellemektedir. Bu yüzden dijital çizim yazılımlarında hazır bulunan biçimlendirme araçlarının dijital ortamın yapısıyla uyumsuz olduğu söylenebilecektir (Oxman, 2006, s. 249–250).

Bu soruna cevap olarak, sanatçıların kişisel stillerini taşıyan dijital biçimlendirme araçları üretmeleri de sık karşılaşılan bir durumdur (Adzhiev vd., 2003, s. 18). Bir sanatçı kişisel stilinde kullandığı biçimlendirme işlemlerine hakimse, bu işlemler arasındaki ilişkilerin algoritmik olarak tanımlanabilmesi mümkün olacaktır. Sanatçılar kendi biçimsel stillerini algoritma olarak kurallandırdığı takdirde, üretim sürecinde otomasyon sağlanabilecek ve bu süreç jeneratif üretim haline gelecektir.

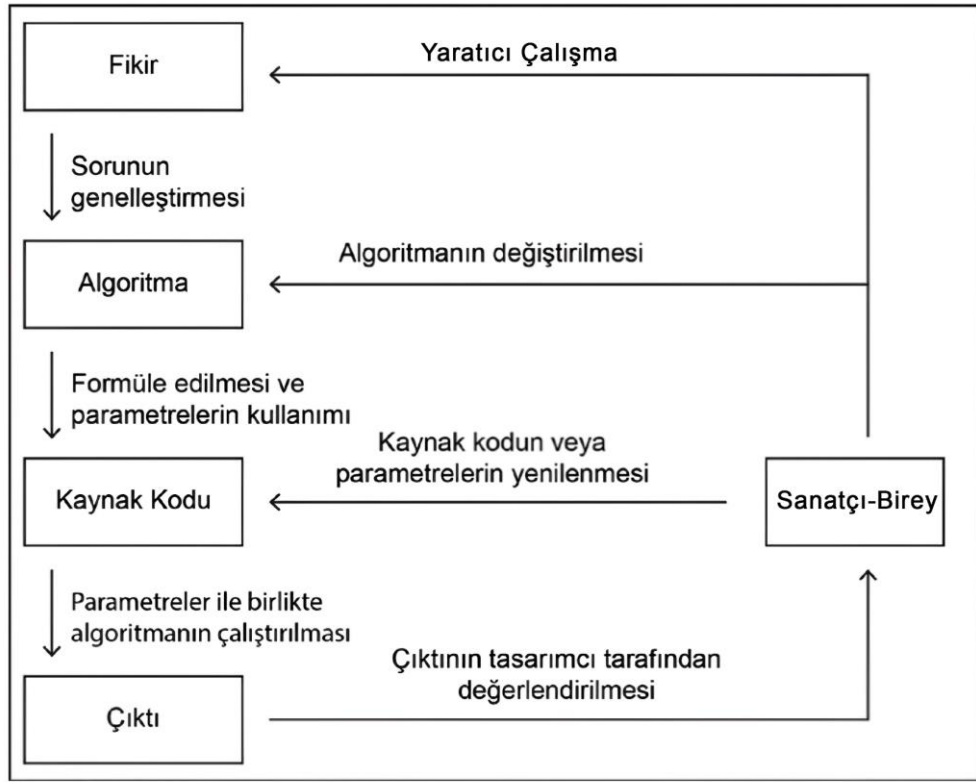
Algoritmik düşünme ve algoritmik tasarım jeneratif tasarım kavramıyla büyük benzerlikler taşımaktadır. Algoritmaların tümevarımsal stratejisi jeneratif işlemleri araştırmak için de karmaşık fenomenleri simüle etmek için de kullanılabilir. Algoritmalar insan beyninin uzantıları olarak kabul edilebilir ve öngörülemeyen potansiyel alanlarda sıçramalar sağlayabilir (Gürsel Dino, 2012, s. 210).

Jeneratif sanat üretim araçları algoritmik temeller üzerine kurulu oldukları için üretim sürecinde prosedürel hareket olanağı sağlamaktadırlar. Prosedürel üretim sürecinde yapılan modelleme işlemi, biçimi bozmaksızın bir varyasyon üretebilme olanağı olarak tanımlanabilecektir. Geri alınması mümkün olmayan işlemlerden oluşan geleneksel üretim süreciyle karşılaştırıldığında prosedürel süreç, sanatçılara biçimsel denemeler yapmak ve varyasyon üretebilmek için yeni bir olanak sağlamaktadır (Görsel 4.1.) (Bret, 1988).



Görsel 4.1. Doğrusal ve prosedürel üretim süreçlerinin şeması (Bret, 1988, s. 2)

Jeneratif üretim araçları prosedürel bir üretim süreci sağlasa da geleneksel sanat üretimine benzer aşamalara sahiptir. İlk olarak sanatçı kişisel stilini taşıyan biçimleri tanımlayabildiği bir algoritma üretir. Daha sonra bu algoritmayı kullanan bir jeneratif üretim aracı ile bir dizi biçimsel örnek üretilir. Üçüncü aşamada ise sanatçı kişisel tercihlerine göre algoritmanın yapısını rafineleştirir ve son olarak çıkan sonuçlar arasından tercihte bulunur (Görsel 4.2.). Prosedürel sürecin özelliği, sanatçının üzerinde çalıştığı biçimin sadece o anki haline değil, herhangi bir aşamasına müdahale olanağı sağlamasıdır (Machado ve Cardoso, 2002, s. 105–106).



Görsel 4.2. Jeneratif üretim sürecine sanatçının katılım olanakları [Yılmaz'ın şeması üzerine yapılan eklemeler ile] (Yılmaz, 2014, s. 32)

Dijital jeneratif sistemlerin bir sanat üretim aracı olarak kullanımındaki iki temel yaklaşım gramer temelli ve yapay zekâ temelli sistemler olarak önceki bölümlerde ele alınmıştır.

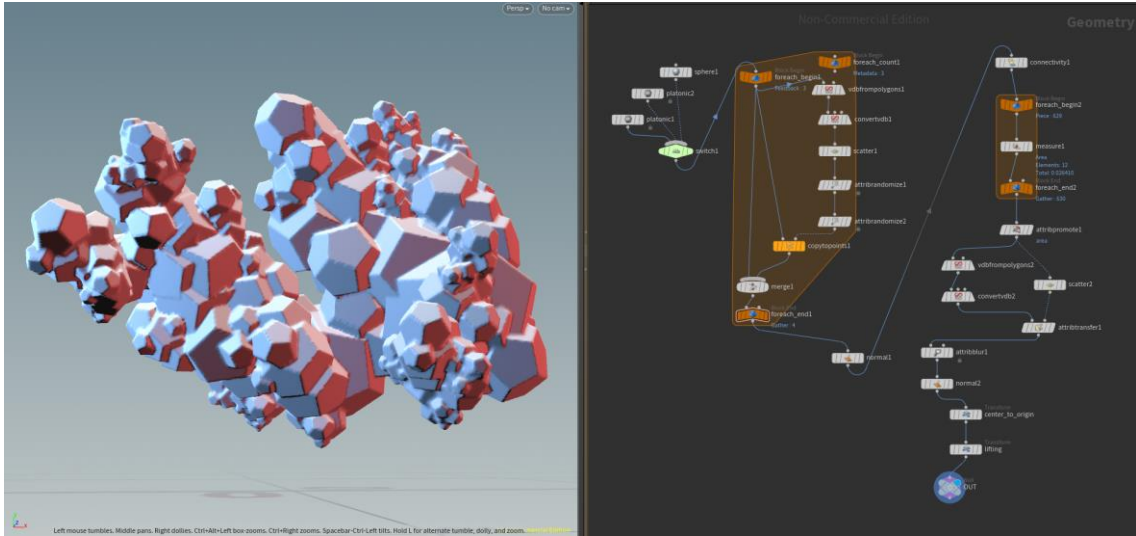
İlk yaklaşımda jeneratif sistem direkt olarak sanatçı tarafından oluşturulan algoritmalara dayanmaktadır. Sanatçı, algoritmaya biçimsel kurallar ekleyerek veya önceden belirlediği kurallardaki çeşitli parametreleri değiştirerek üretilecek biçimde değişiklikler çeşitli varyasyonlar elde edebilmektedir. Algoritmada yapılan her değişiklikten sonra jeneratif sistem, işlemleri tekrar gerçekleştirecek ve güncellenmiş biçimi sanatçıya sunacaktır. Dolayısıyla prosedürel hareket olanağının bu jeneratif sistemlerde yapısal olarak var olduğu görülmektedir.

İkinci yaklaşımda ise yapay zekâ araçları jeneratif sisteme entegre haldedir. Bu jeneratif sistemler de algoritmik yapıya sahiptir ancak algoritma yapay zekâ tarafından oluşturulmakta ve işlenmektedir. Yapay zeka temelli jeneratif sistemlerde sanatçının algoritmaya katılımı, sistemin ürettiği bir dizi biçim arasından tercihte bulunmak ve

yapay zeka araçlarının bu tercihlere göre algoritma üretmesini sağlamaktır (Zhang vd., 2012, s. 247).

4.2. Gramer Temelli Dijital Jeneratif Sistemler ile Sanatsal Üretim

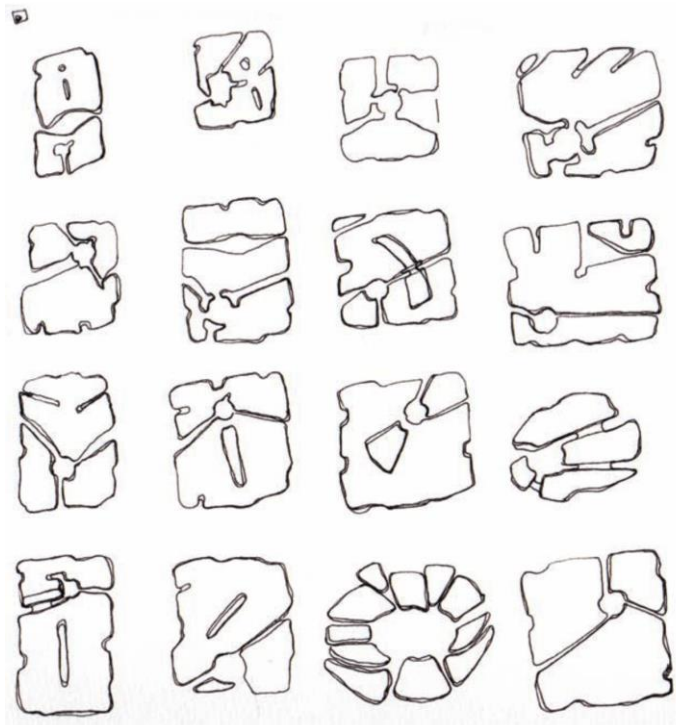
Gramer temelli jeneratif sistemler, sanatçıların kendi tanımladıkları algoritmalarla üretim olanağı sağlamaktadır. Bu yöntemlerde sanatçı elle bir biçimlendirme gerçekleştirmemekte, biçimsel işlemleri yönlendiren bir algoritmayı adım adım oluşturarak ve bu algoritma üzerinde değişiklikler yaparak tasarımlarını üretebilmektedir (Görsel 4.3.). Sanatçıların elle üretim yapamaması negatif bir durum olarak görülebile de gramer temelli jeneratif sistemlerin sağladığı prosedürel süreçle çalışmak, doğrusal sürece göre daha fazla varyasyon olanağı sağlamaktadır. Ayrıca elle üretim ve jeneratif sistemlerin arasındaki mesafeyi kapatmayı amaçlayan araçlar da geliştirilmektedir (Adzhiev vd., 2003, s. 5).



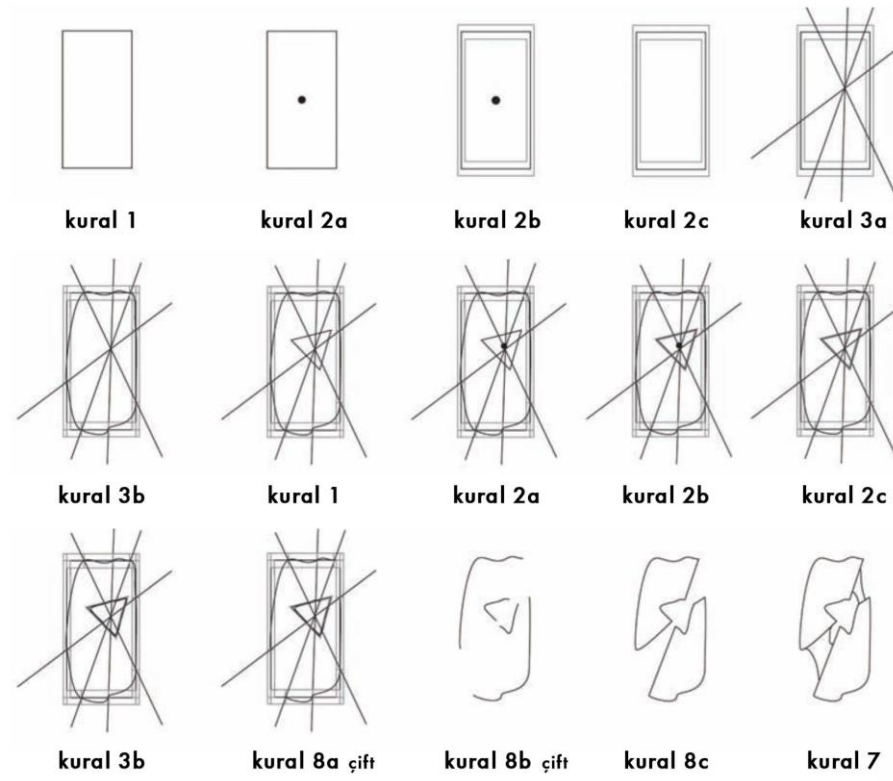
Görsel 4.3. SideFx Houdini programında algoritmik modelleme arayüzü (ekran görüntüsü)

Bir sanatçının gramer temelli jeneratif üretim kullanması durumunda karşılaşılabilecek ilk problemin kurallarla oluşturulan bir algoritma ile geleneksel malzemelerin sağladığı biçimsel özgürlüğü kaybedeceği olması düşünülebilir. Ancak hem geleneksel hem de jeneratif araçlarla çalışan Jacquelyn Martino, 2010 yılında gerçekleştirdiği araştırmasında kişisel çizim stilinin şekilsel gramerler kullanarak jeneratif bir sisteme aktarılabilirliğini göstermiştir (Görsel 4.4. ve 4.5.).

Şekilsel gramerlere dayalı jeneratif sanat algoritmalarının sadece görsel kurallarla işlemesi mümkündür. Ayrıca gramer temelli yöntemlerde sanatçının interaktif olarak algoritmaya müdahale ederek biçimsel denemeler gerçekleştirmesini de sağlamaktadır. Algoritma ile interaktif olarak çalışmak sanatçıya, geleneksel tasarım sürecinde olduğu gibi, biçimsel işlemi gerçekleştirmek ve sonuçlarını eleştirmek durumları arasında anlık etkileşimler sağlayacaktır. Ayrıca sanatçı üreteceği biçimi bozmaksızın algoritmaya yeni kurallar da ekleyebilmektedir. Bu durumda, algoritma temelli sanat üretimlerinde sadece “dijital” biçimlerin değil, elle üretimde görülen hassas stilsel özelliklerin de verilebildiği görülmektedir (Martino, 2010, s. 334).

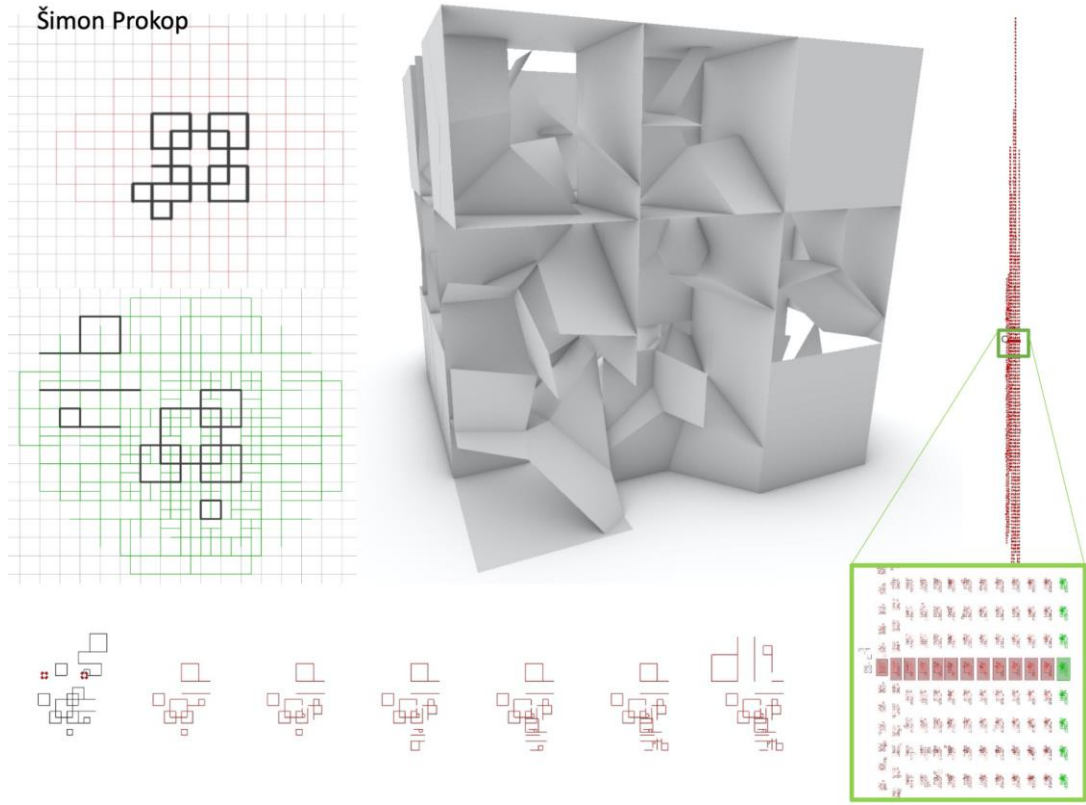


Görsel 4.4. Martino'nun kağıt üzerine gerçekleştirdiği çizimleri (Martino, 2010, s. 333)



Görsel 4.5. Martino'nun kişisel stilini şekilsel gramer kuralları ile üretme aşamaları (Martino, 2010, s. 338)

Simon Prokop'un soyut çalışması ise şekilsel gramerlerin üç boyutlu kullanımını göstermektedir. Görsel 4.3'teki örnekten farklı olarak bu çalışmanın algoritmasında sayısal kurallar kullanılmamış ve sadece şekiller arasında ilişkiler belirlenerek üretilmiştir (Görsel 4.6.).



Görsel 4.6. Šimon Prokop'un Rhino-Grasshopper'ın SortalGI eklentisinde şekilsel gramerler ile ürettiği jeneratif tasarım örneği (Kaynak: <http://www.sortal.org/gallery/ecaade2019.html>, Erişim tarihi: 6.11.2020)

Sanatçının jeneratif üretim sürecinde, biçimsel kurallar eklemleyerek müdahale ettiği bu örnekler interaktif yöntem olarak adlandırılmaktadır. Jeneratif algoritma interaktif yöntemle üretildikten sonra belirlenen biçimsel stile sahip eserler üreten bir araç olarak kullanılabilir (Getto vd., 2020, s. 53–54). Bu şekilde, tamamlanmış bir algorithmadaki kuralların sadece sayısal parametrelerinin değiştirilmesi ile biçimde varyasyonlar elde edilmesi ise parametrik yöntem olarak tanımlanmaktadır. Parametrik yöntem, şekilsel gramerlerin kullanım kolaylığı sağlayan bir varyasyonu olarak kullanılmaktadır (Arida, 2004).

Parametrik tasarım yönteminde, interaktif gramer yönteminden farklı olarak kullanılacak algoritmanın biçimsel arayışa başlamadan belirlenmiş olması gerekmektedir. Yani biçimsel arayış sürecine geçmeden önce tasarımda ele alınmak istenen biçimsel yapılar ve aralarındaki ilişkilerin kurallar ile tanımlanmış olması gerekir. İstenen algoritma hazırlandıktan sonra ise sanatçı sadece algorithmadaki çeşitli

parametreleri değiştirerek üretilen eser üzerinde rafine bir biçimsel inceleme gerçekleştirebilmektedir (Gürsel Dino, 2012).

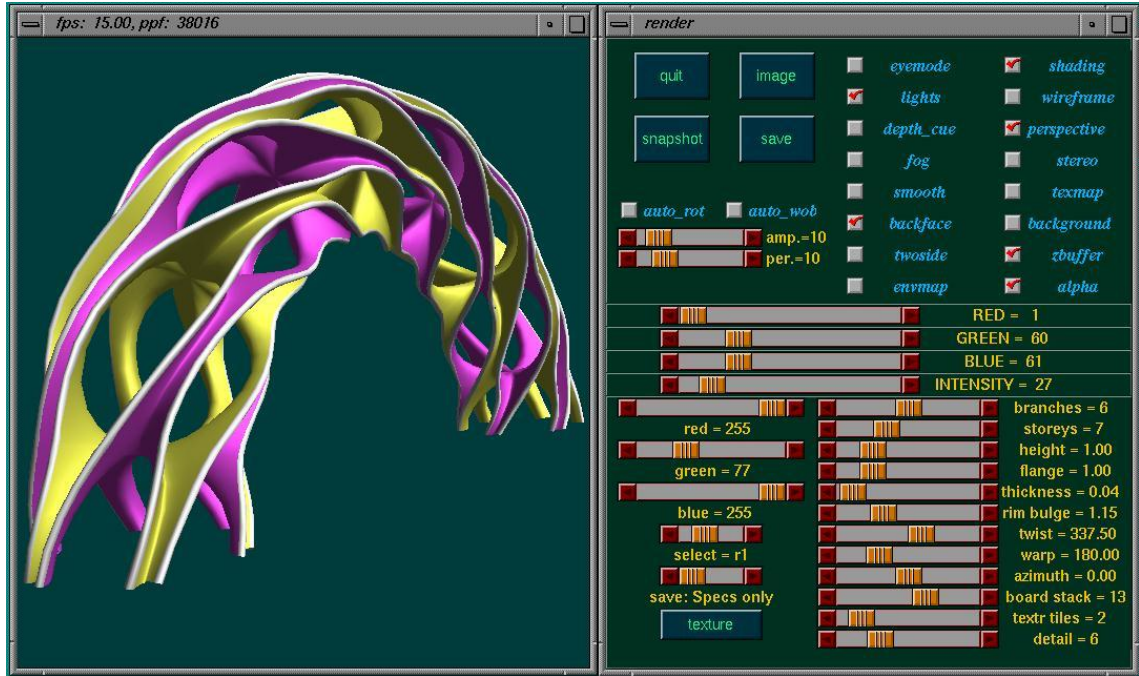
İnteraktif yöntemde ise algoritma ile etkileşim daha fazla olduğu için sınırlandırmalar olmadan biçimsel araştırma gerçekleşmesi mümkündür. Parametrik yöntemde ise biçimsel araştırma, sadece önceden belirlenen kurallar dahilinde gerçekleşebilmektedir. Ancak Parametrik ve interaktif süreçler farklı biçimsel araştırma yöntemleri sunsa da aralarında kıyaslama yapmak doğru olmayacaktır. Her ikisi de tasarım sürecindeki farklı aşamaların ihtiyaçlarına cevap veren yöntemler olarak görülmelidir. Örneğin, başlangıçta sanatçının sınırlandırıcı bir çerçevesi yok ise interaktif yöntem kullanması biçimsel araştırmalarını daha serbest gerçekleştirmesini sağlayacaktır. Eğer uyulması gereken şartlar tasarıma başlamadan önce belirlendiyse, parametrik yöntemlerin kullanılması bu şartların sınırları dahilindeki varyasyonları incelemek için kolaylık sağlayacaktır (Oxman, 2006, s. 254).

Ayrıca interaktif ve parametrik yöntemlerin hibrit olarak kullanıldığı araçlarda mevcuttur. Sanatçı şekilsel gramerlerle böylece önce biçimsel işlemleri interaktif şekilde kullanarak öngöremediği biçimleri arayabilmekte ve daha sonra da bu işlemleri parametrik olarak rafine ederek sonuca ulaşabilmektedir (Arida, 2004).

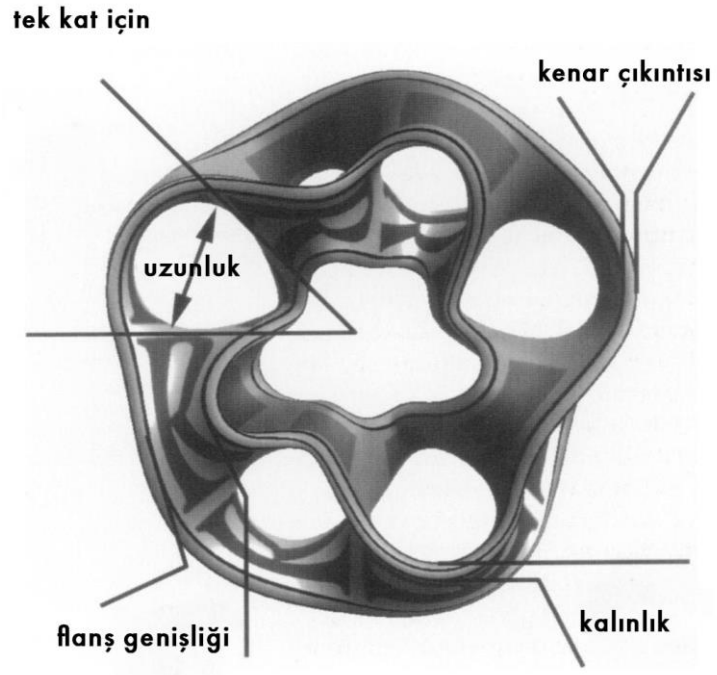
Parametrik yöntemin heykel tasarımında kullanımı için verilebilecek örneklerden biri bilgisayar mühendisi Carlo Sequin'in heykeltıraş Brent Collins'e özel olarak ürettiği yazılımdır. Collins'in elle ürettiği karmaşık yüzeylere sahip sütunlardan oluşan heykelleri ile 1995'te karşılaşan Sequin, bu eserlerin matematiksel bir yapıda olduğunu fark etmiş ve Collins'in heykellerini kolaylıkla tasarlayabilmesi için bir yazılım üretmiştir. Bu örneğin özelliği 21.yy.'da hem parametrik hem de interaktif yöntemlerin bir arada kullanıldığı ve birçok farklı sanatsal stili destekleyebilen yazılımlardan farklı olarak, sadece Brent Collins'in biçimsel stilini üretmek için yapılmış olması ve bu sebeple parametrik yöntemin özelliklerini açıkça göstermesidir (Görsel 4.7.) (Sequin, 1997).

Parametrik tasarım yönteminde sanatçının algoritmaya tanımlanmamış biçimsel özelliklere müdahale etmesi mümkün değildir. Dolayısıyla ne kadar çok parametre önceden belirlenirse, sanatçının biçim üzerindeki kontrolü o denli güçlü olacaktır. Fakat Collins'in heykelleri önceden belirlenmiş matematiksel biçimlerden oluştuğu için basitçe kurallandırılabil-diği görülmektedir (Görsel 4.8.). Bu sebeple heykellerdeki biçimlerin

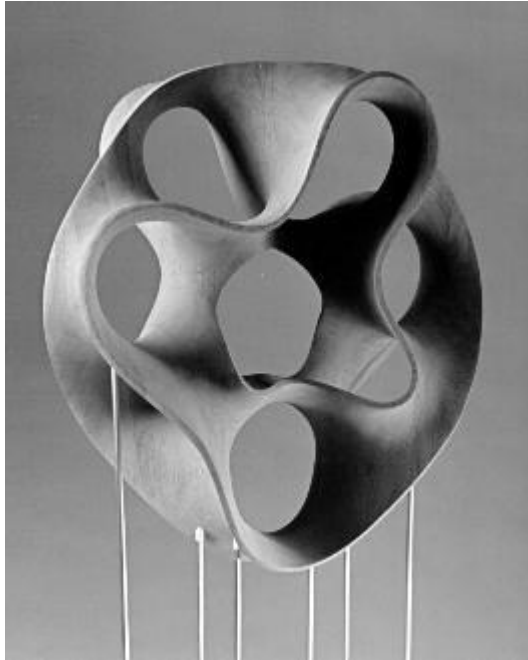
boyutu, tekrar sayısı, kıvrılma miktarı gibi az sayıda parametre ile heykellerin yazılıma tanımlanması mümkün olmuştur (Görsel 4.9.) (Sequin, 1997, s. 90).



Görsel 4.7. Sequin'in Collins için ürettiği parametrik tasarım yazılımının arayüzü
(Kaynak: <https://people.eecs.berkeley.edu/~sequin/SCULPTS/collins.html>, Erişim tarihi: 29.09.2020)

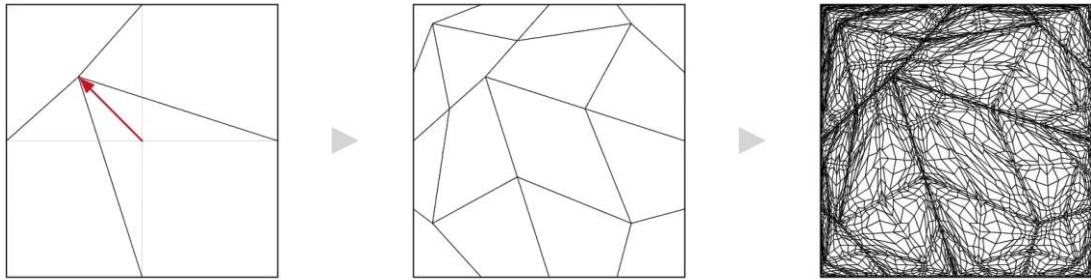


Görsel 4.8. Collins'in heykellerini yazılımda tanımlayan parametrelerin bazıları (Sequin, 1997, s. 91)

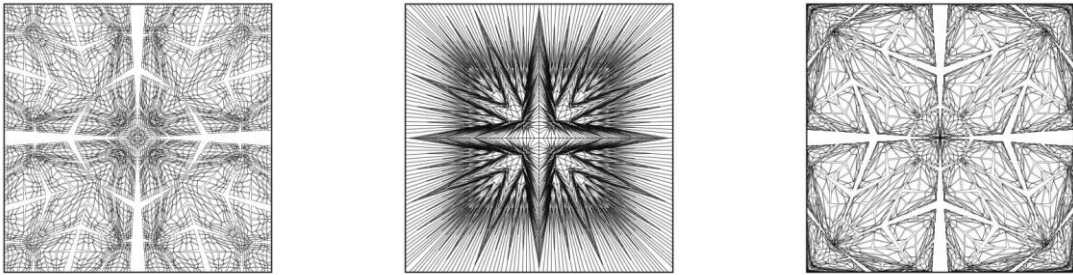


Görsel 4.9. Collins'in Sequin tarafından üretilen yazılımı kullanarak ürettiği heykel örneği
(Kaynak: <https://people.eecs.berkeley.edu/~sequin/SCULPTS/collins.html>, Erişim tarihi: 29.09.2020)

Mimar Michael Hansmayer'in jeneratif olarak ürettiği sütunlar da parametrik yöntemin uygulamadaki basitliğini gösteren bir örnek olarak verilebilir. Hansmayer bu çalışmasında, bir düzlemi parçalar halinde tanımlayan bir altbölme (subdivision) algoritmasının parametrelerini değiştirerek düzlemin yapısına müdahale eden bir jeneratif araç üretmiştir (Görsel 4.10. ve 4.11.) (http-3).



Görsel 4.10. Hansmayer'in altbölme algoritmasının iki boyutlu görselleştirilmesi
(Kaynak:<http://www.michael-hansmeyer.com/subdivided-columns>, Erişim tarihi: 7.11.2020)



Görsel 4.11. Hansmayer'in altbölme algoritmasının varyasyonları (Kaynak:<http://www.michael-hansmeyer.com/subdivided-columns>, Erişim tarihi: 7.11.2020)

Daha sonra bu altbölme algoritmasını basitleştirilmiş dorik sütunların yüzeylerine uygulayarak üç boyutlu biçimsel değişimler elde etmiştir. Böylece sütunun gövdesi, kaidesi ve başlığının çapı ve uzunluğu ve altbölme algoritmasının çalışma biçimi gibi az sayıda parametrenin sanatçı tarafından belirlenmesi ile aynı biçimsel stile sahip sütunların varyasyonları kolaylıkla üretilebilmektedir (Görsel 4.12.) (http-3).

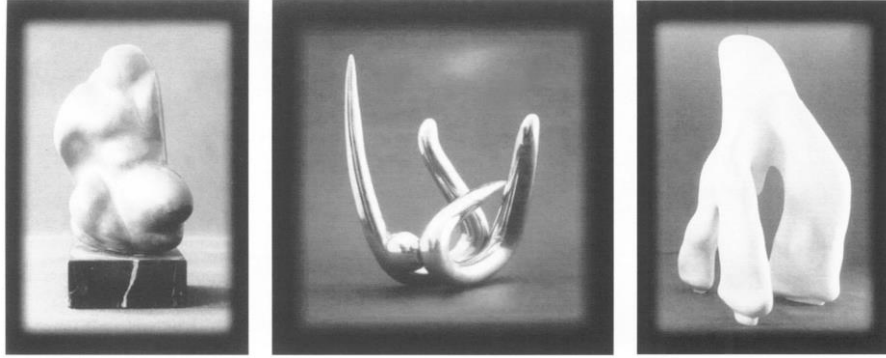


Görsel 4.12. Altölme algoritmasının üç boyutlu sütunlara uygulanması (Kaynak:<http://www.michael-hansmeyer.com/subdivided-columns>, Erişim tarihi: 7.11.2020)

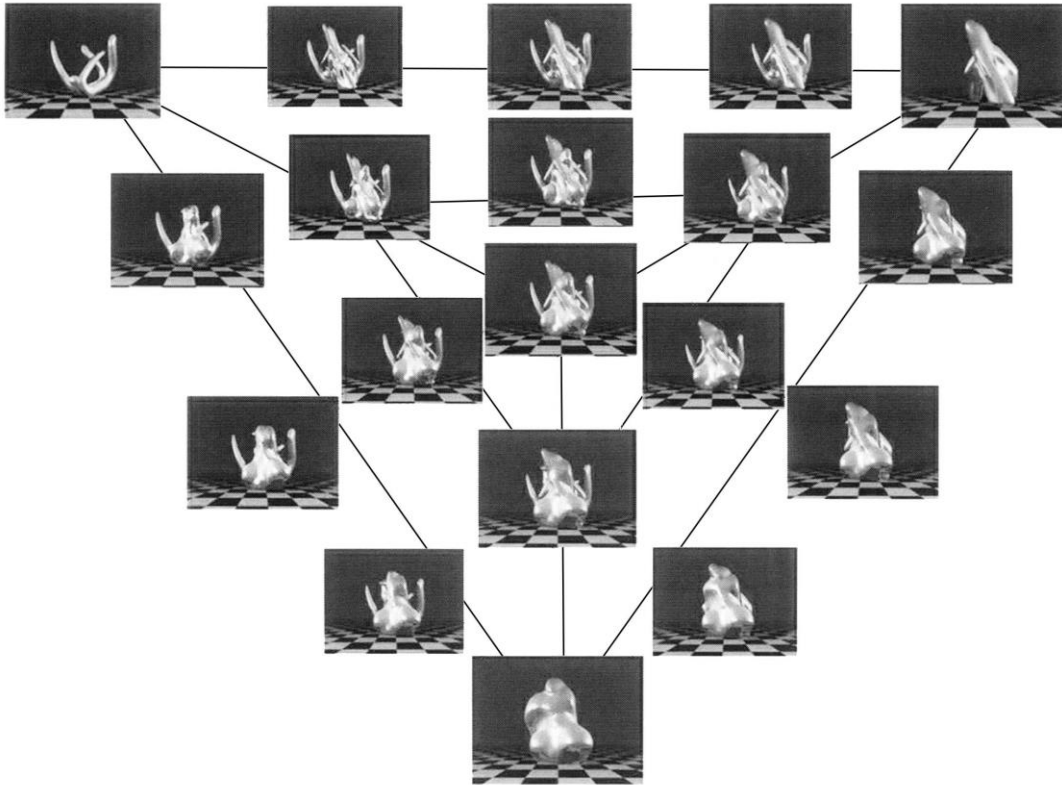
Sanat üretim sürecinde, dijital jeneratif araçların interaktif ve parametrik yöntemle biçimsel araştırma için kullanıldığı örnekler görülmüştür. 21.yy'da bir sanat eserinin üretiminde biçimsel araştırmadan, üç boyutlu fiziksel çıktısına dek dijital ortamın kullanılması sıra dışı bir üretim süreci olarak karşılanmamaktadır. Ancak geleneksel yöntemlerle üretilen eserlerin de jeneratif sürece dahil edilebilmesi, sanatçıların varyasyon araştırmalarına önemli bir katkı sağlayacaktır. Bu şekilde sanatçıların hem alıştığı geleneksel araçlarla ilk biçimi serbestçe üretebilmesi, hem de dijital olanaklarla çok sayıda varyasyon elde edebilmesi mümkün olabilmektedir.

Algoritmalar ile üretilmemiş sanat eserlerinin parametrik yöntemle modellenenilmeleri için kullanıcının biçimin çeşitli bölümlerini elle seçerek yazılıma tanımlaması gereklidir. Fakat bu işlem görece kolay olmakla birlikte hem zaman alıcıdır hem de eserin biçimini sınırlı olarak tanımlayabilmektedir. Valery Adzhiev 2003 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında geleneksel heykel eserlerinin parametrik jeneratif algoritmalara dönüştürülmesinde görülen bu problemi çözmeyi amaçlamıştır. Adzhiev'in çalışmasında kullanılan HyperFun yazılımı heykel gibi düzensiz ve karmaşık yüzeylere sahip üç boyutlu biçimlerin matematiksel fonksiyonlar ile tanımlanmasını sağlamaktadır. Böylece fiziksel bir heykel, sanatçı tarafından kolaylıkla algoritma olarak tanımlanabilmekte ve parametrik yöntemle varyasyonları üretilenilmektedir. HyperFun

yazılımında, biçimler elle değil matematiksel fonksiyonlar ile tanımlandığı için birçok heykelin birlikte tanımlanması ile ara biçimlerin üretilmesi de mümkündür. Adzhiev bu çalışmasında örnek olarak elle üretilmiş üç adet heykeli dijital ortama aktarmış ve dijital jeneratif araçlarla bu heykellerin ara biçimlerini incelemiştir (Görsel 4.13.). Sonuç olarak seçilen varyasyon ise yeniden fiziksel olarak üretilmiştir (Görsel 4.14.) (Adzhiev vd., 2003).



Görsel 4.13. Igor Seleznev'in üç adet fiziksel heykeli (Adzhiev vd., 2003, s. 212)

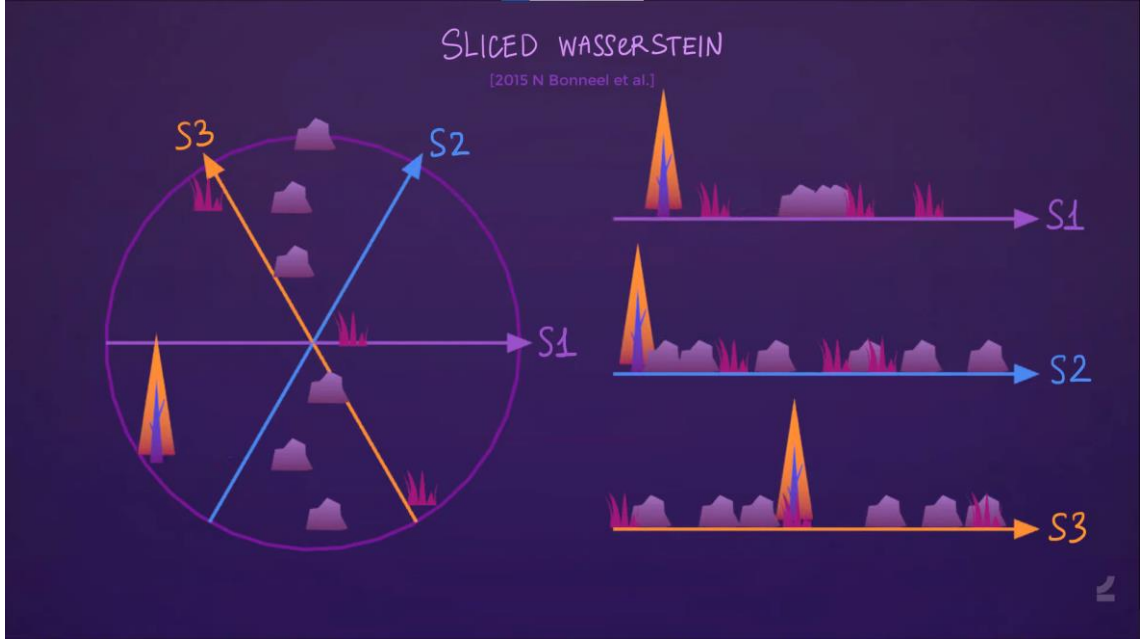


Görsel 4.14. Dijital ortama aktarılan üç heykel ve ara biçim aşamaları (Adzhiev vd., 2003, s. 214)

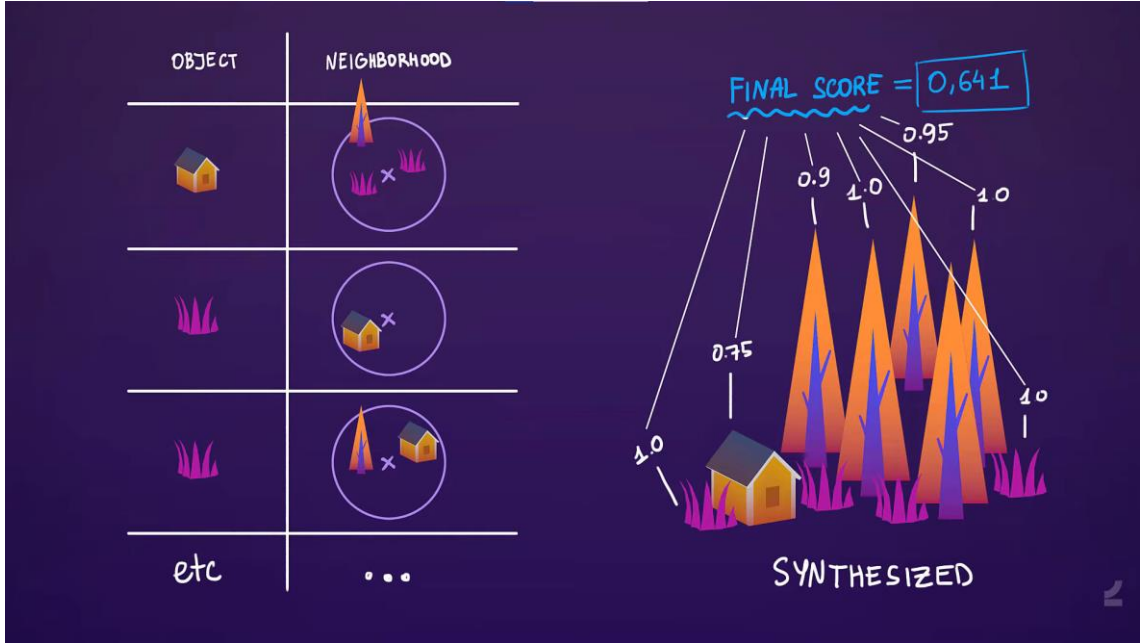
Anastasia Opara tarafından geliştirilen Kittiwake projesi ise interaktif ve parametrik yöntemlerin bir hibriti olarak görülebilir. “Örneklem temelli yerleştirme” olarak tanımlanan Kittiwake’in çalışma sürecinde, yazılım kullanıcının işlemlerini ölçmekte ve bu işlemlere benzeyen eklemelerle tepki vermektedir (Görsel 4.15.). Bu sistem makine öğrenmesi algoritmalarına benzese de tamamen sayısal ölçümler ile gerçekleştirilmektedir. Kittiwake’deki arayüz elemanları, önceden belirlenmiş sayısal kurallara göre kullanıcının işlemine verilecek en doğru tepkiyi “klondike uzayında” arayan algoritmalarından oluşmaktadır (http-5). Bu sistemde biçimsel kompozisyon öğelerinin aralarındaki ilişkilere sayısal bir değer atanmasının, Birkhoff’un estetik ölçümündeki sayısal değer atamalarına benzer biçimde gerçekleştiğini söylemek mümkündür (Görsel 4.16.). Ancak Birkhoff’un evrensel ölçüt arayışından farklı olarak Kittiwake, kullanıcının verdiği örneği temel alarak kullanıcıya özel bir ölçüm puanlaması gerçekleştirmektedir (Görsel 4.17.). Böylece enformasyon estetiği kuramının erken döneminde karşılaşılan genelleme sorununa dair bir çözüm örneği gösterildiği de söylenebilecektir.



Görsel 4.15. Sağ üstte kullanıcı tarafından verilen örneğin Kittiwake tarafından genişletilmesi
(Kaynak:<https://www.anastasiaopara.com/example-based-placement>, Erişim tarihi: 7.11.2020)



Görsel 4.16. Kittiwake kullanıcının işlemlerini tek boyutlu üç skala üzerindeki konuma göre ölçmektedir. (Kaynak: <https://www.anastasiaopara.com/example-based-placement>, Erişim tarihi: 7.11.2020)



Görsel 4.17. Kullanıcının gerçekleştirdiği işlemler birbirileri ile kıyaslanarak sayısal değerler atanır. (Kaynak: <https://www.anastasiaopara.com/example-based-placement>, Erişim tarihi: 7.11.2020)

4.3. Yapay Zekâ Temelli Dijital Jeneratif Sistemler ile Sanatsal Üretim

Sanatçıların yaratıcı sürecine katkı sağlayacak bir diğer jeneratif üretim yöntemi de yapay zekâ temelli algoritmalar başlığı altında toplanabilecektir. Gramer temelli jeneratif

sistemlerle tasarımda, üretilmek istenen eseri biçimlendirecek kuralların belirlenmesi gerekmektedir. Ancak yapay zekâ temelli jeneratif üretim yöntemlerinde sanatçının üretim stili önceden bir algoritma olarak tanımlanmadığı halde üretim sürecindeki tercihleri “yapay zeka” tarafından otomatik olarak kurallar haline getirilebilmektedir. Bu yöntemlerde üretim süreci daha fazla otomasyon taşıdığı için çok sayıda biçimsel varyasyonun kolaylıkla üretilmesi mümkündür. Bu yöntemlerde, sanatçı sistemin çalışacağı çerçeveyi belirler ve yapay zekâ araçları bu çerçeve içerisinde kendi biçimsel kurallarını geliştirerek tasarım varyasyonları üretir. Buna göre, sanatçı artık eseri yada eseri oluşturan kuralları üreten kişi değil, kuralların üretileceği koşulları belirleyen ve son biçimi tercih eden kişi olarak konumlanmaktadır (Bentley ve Corne, 2002; McCormack, 2013; Whitelaw, 2004).

Sanatçının üretim sürecine daha az müdahale etmesi sebebiyle, yapay zekâ temelli yöntemler, “otomatik tasarım” araçları gibi görülse de önceki bölümlerde de ele alındığı üzere bilgisayarların otomatik olarak sanat ürettiğini söylemek doğru olmayacaktır. Otomatik karar verme mekanizmalarına sahip dijital jeneratif sistemler temelde, içerdikleri biçimsel kurallar veya yapay zeka araçlarından bağımsız olarak, kullanıcısının sanatsal tercihlerini dışsallaştırmaktadırlar. Bu dışsallaştırma, yapılmak istenen eserin, çeşitli sembolik kurallar veya evrimsel algoritmalarındaki tercihlerle harici bir sisteme tanımlanması olarak açıklanabilecektir (Machado ve Cardoso, 2002).

Jeneratif sistemlerde sadece sanatçının estetik anlayışını dışsallaştırdığı bir algoritmanın otomatizasyonundan söz etmek mümkündür. Yani yapay zekâ araçlarının ürettikleri biçimler ancak sanatçının tanımladığı estetik çerçeve içerisinde gerçekleşebilmektedir. Dolayısıyla sanatçının sistemle etkileşimi ve sanatsal tercihinin sistem tarafından kısıtlanmadan ifade edebilmesi, gramer temelli sistemlerde olduğu gibi yapay zekâ temelli sistemlerde de temel nokta olarak kabul edilmektedir (Gürsel Dino, 2012, s. 208).

Bu duruma örnek olarak Görsel 4.18.’de Celestino Soddu’nun evrimsel jeneratif algoritmalar kullanarak ürettiği lamba tasarımlarını vermek mümkündür. Burada verilen her bir lamba örneğinin biçimi sanatçı tarafından belirlenmiş olmasa bile her lamba örneğinin, ayak, taşıyıcı ve gölgelik parçalarını taşımak açısından aynı yapıya sahip olduğu görülmektedir. Dolayısıyla “lamba çerçevesinin” sanatçı tarafından belirlendiği rahatlıkla söylenebilmektedir (Görsel 4.18.).

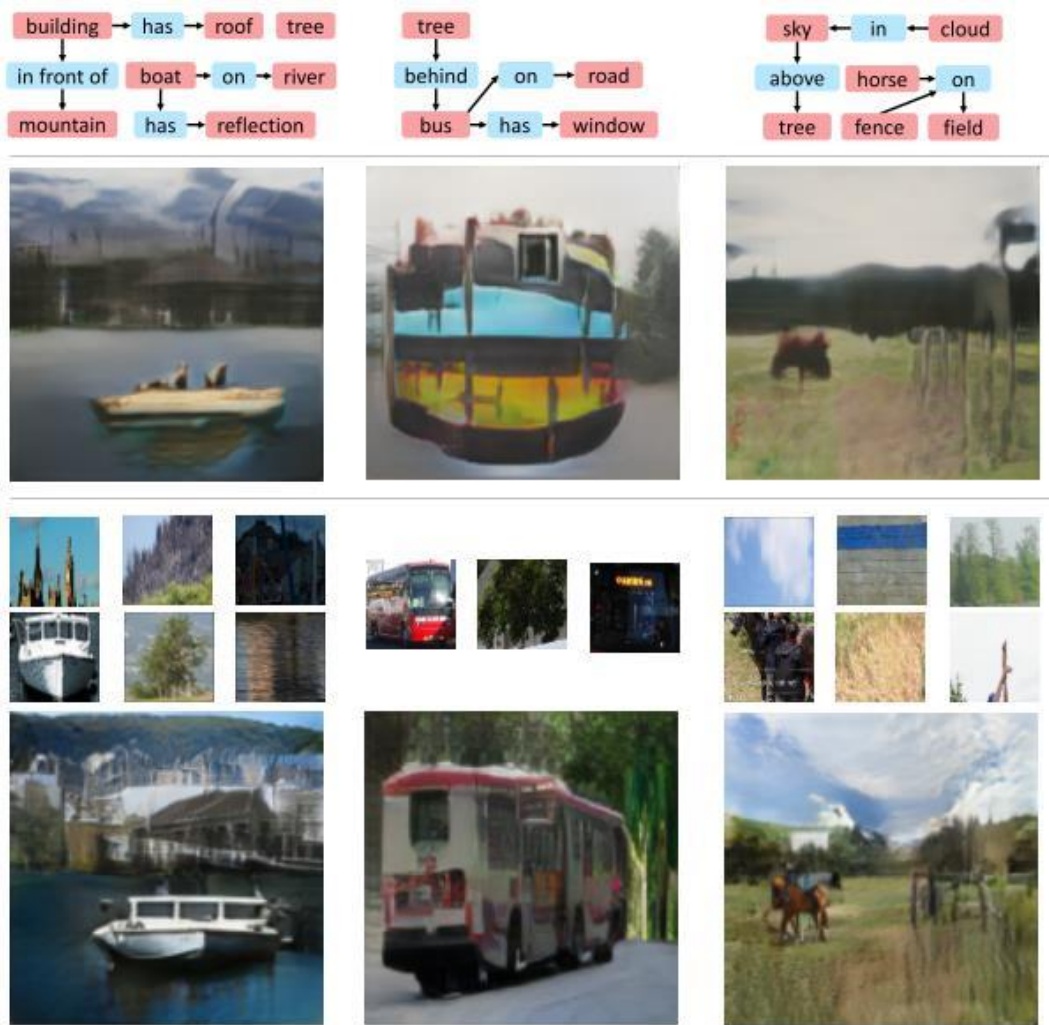


Görsel 4.18. Jeneratif olarak üretilmiş lamba tasarımları (Soddu, 2002, s. 293)

İnsan ve yapay zekanın interaktif olarak çalıştığı yöntemler sundukları avantajların yanında bazı problemler de getirmektedir. Örneğin çok sayıda biçimin uzun süreler boyunca kullanıcı tarafından tutarlı yönlendirilememektedir. Ancak jeneratif araçların da geleneksel araçlar gibi bir öğrenme süreci olduğunu kabul etmek gereklidir. Machado ve Cardoso, yaptıkları deneylerde kullanıcıların başlangıçta istedikleri sonuçlara ulaşamadığını, ancak yazılımın yapısını kavramış deneyimli kullanıcıların ise sadece birkaç adımda biçimsel tekrara düşmeden istedikleri sonuca ulaşabildiklerini belirtmişlerdir (Machado ve Cardoso, 2002, s. 102).

Yapay zeka araçları ile sanat eseri üretebilmek için kullanıcının kompozisyondaki öğeleri ve aralarındaki ilişkileri tanımlaması yeterlidir. Ancak burada karşılaşılan sorun, insanların kolaylıkla kurduğu anlam ilişkileri bilgisayarlarda bulunmadığı için bu öğelerin nasıl tanımlanacağı ve aralarındaki ilişkilerin nasıl belirleneceğidir. Yikang Li

2019’da bu sorun üzerine gerçekleştirdiği çalışmasında kullanıcıların uzamsal çizgeler ile yapay zekayı yönlendirebildiği bir araç geliştirmiştir. Bu araçta, tanımlanacak öğeler ve ön, arka, üst, alt gibi kurallar birer düğüm olarak gösterilmiş ve aralarındaki ilişkiler yönlü çizgelerle tanımlanmıştır (Görsel 4.19.). Daha sonra kullanıcı bu düğümlere istediği görselleri atayarak çizgedeki ilişkileri taşıyan kompozisyon üretebilmektedir. Yani bu yöntemde sadece üretilmek istenen görsel kompozisyonun cümleler halinde tanımlanması biçimsel üretim için yeterliliği sağlamaktadır (Yikang Li vd., 2019).



Görsel 4.19. Çizgeler aracılığı ile kullanıcı etkileşimi sağlayan hibrit makine öğrenmesi yöntemi (Yikang Li vd., 2019)

Kullanıcının interaktif katılımını gerektirmeyen yapay zekâ algoritmaları ile de sanatsal üretim gerçekleştirmek mümkündür. Sanatçı Ben Snell, Dio olarak adlandırdığı

makine öğrenmesi algoritmasında Diskobolus ve Michelangelo'nun "Davut"u gibi sanat tarihinde önemli kabul edilen bin adet heykeli yapay zekaya tanıtmıştır. Verilen heykel eserlerinde bulunan biçimsel kuralları otomatik olarak çözümleyen Dio yazılımı, öğrendiği heykel kurallarını kullanarak yeni heykel biçimleri üretebilmektedir (Görsel 4.20.). Ancak burada bilgisayarın kendi kendine sanat eseri üretebildiğini söylemek önceki bölümlerde de görüldüğü üzere problematik olacaktır. Dio'nun ürettiği heykelleri yönlendiren iki temel öge olan, heykel tarihi örnekleri ve öğrenmeyi yönlendirici kıstas (Cost/Reward Function) Ben Snell tarafından belirlenmiştir. Dolayısıyla Dio, Ben Snell'in heykel bilgisi ve estetik anlayışının dışsallaştırılması olarak ele alınmalıdır (http-4).

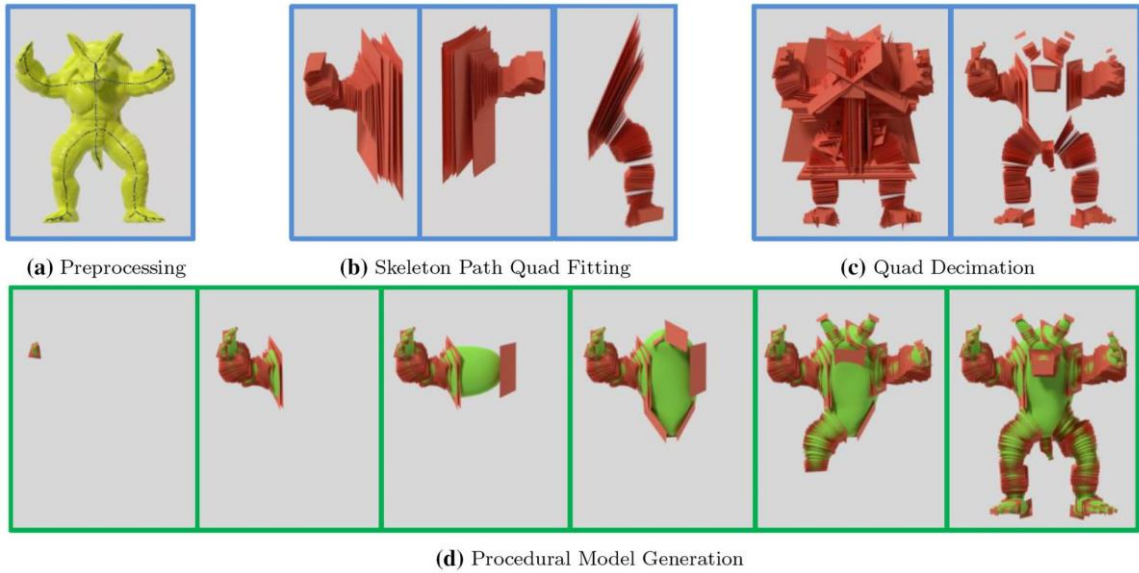
Ben Snell de bu durumu destekleyen görüşünü "Bilgisayarı değil kendimi sanatçı olarak görüyorum, amacım Dio'yu insanlaştırmak değil, bizlerin bilgisayar gibi sayısal süreçlere sahip olduğumuzu fark ettirebilmektir" sözleriyle ifade etmiştir (http-4).



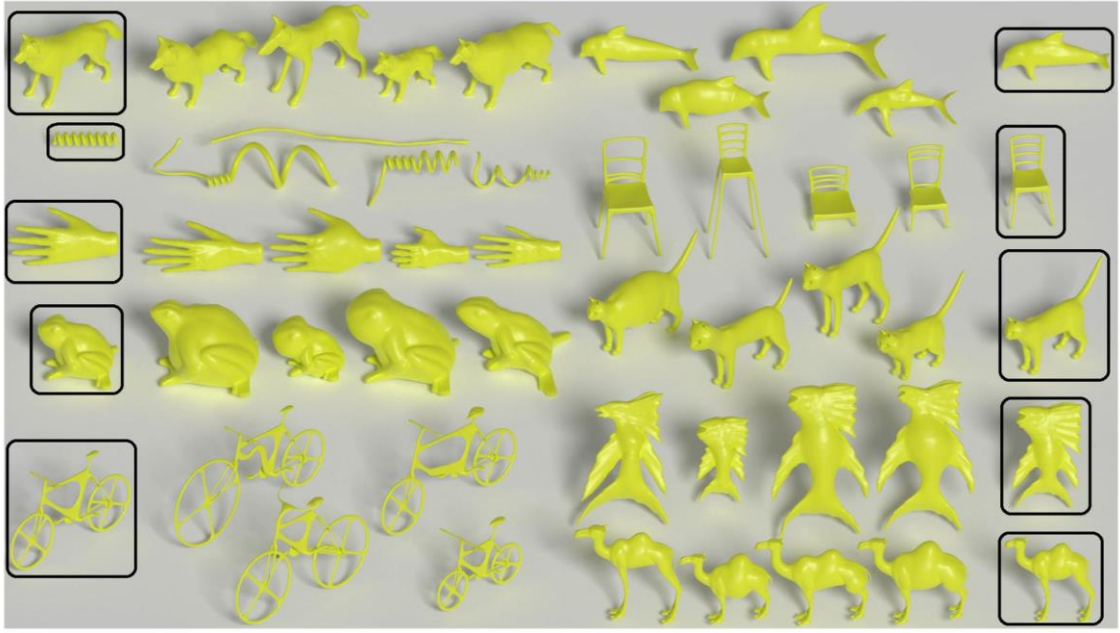
Görsel 4.20. Ben Snell, Dio "Simyacı (Makine #11)", 2020
(Kaynak:<https://www.theverge.com/tldr/2019/4/12/18306090/ai-generated-sculpture-shredded-remains-ben-snell-dio>, Erişim tarihi: 4.11.2020)

Bir önceki bölümde geleneksel araçlarla üretilen sanat eserlerinin jeneratif sistemlere aktarılabilmesinin mümkün olduğu ve örnekleri görülmüştür. Adzhiev'in çalışmasında kullanılan HyperFun yazılımında, bu aktarma matematiksel fonksiyonlar kullanılarak yapılabilmektedir (Adzhiev vd., 2003). Her ne kadar bu işlem elle tanımlama yapılmasından kolay olsa da kullanıcının temel teknik bilgilere sahip olması gerekmektedir. Yapay zekâ araçlarının kullanılması ise geleneksel araçlardan jeneratif araçlara geçişte teknik bilgi gerekliliğini ortadan kaldırarak süreci otomatize edebilmektedir.

Roman Getto, 2020 yılında ortaya koyduğu çalışmasında, geleneksel yöntemlerle üretilmiş bir heykelin biçimsel kurallarını tanıyabilen bir yapay zekâ geliştirmiştir (Görsel 4.21. ve 4.22.). Bu yazılım sayesinde elle üretilmiş bir heykelin parametreleri otomatik olarak oluşturulabilmekte ve jeneratif yöntemlerle varyasyonlarının üretilmesi mümkün hale gelmektedir. Getto'nun çalışması ile jeneratif üretim ve geleneksel üretim arasında önemli bir köprü oluşturulduğunu söylemek yanlış olmayacaktır (Getto vd., 2020, s. 54).



Görsel 4.21. Getto'nun ürettiği yazılımın bir cismi tanımlama ve yeniden üretme aşamaları (Getto vd., 2020, s. 57)



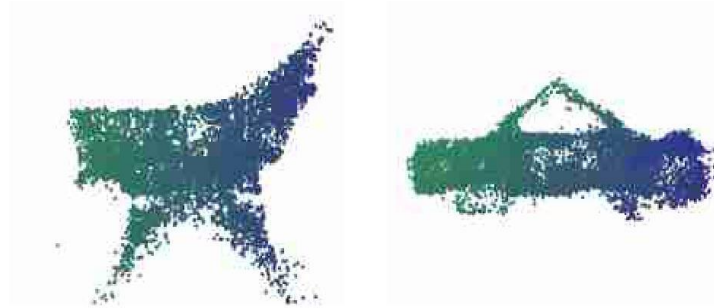
Görsel 4.22. *Yapay zeka tarafından parametreleri tanımlanan cisimlerin biçimsel varyasyonlarının üretimi (Getto vd., 2020, s. 65)*

Sanatsal biçimlerin tanımlanması ve anlamlandırılması kişiden kişiye değişebilecek muğlak bir yapıya sahiptir (Stiny, 2006). Örneğin Henry Moore'un bir uzanan bir figür kompozisyonunu, Constantin Brancusi'nin bir soyut kompozisyonundan veya hatta tüm diğer soyut heykellerden ayırabilmek, konu üzerine sahip olunan bilgiye dayanmaktadır. Sahip olunan bilginin, biçimleri farklı algılanmasına sebep olduğu gibi, bilgisayara yüklenen bilgiler de jeneratif sistemlerin biçimleri farklı yorumlamasına sebep verebilmektedir (Stiny ve Gips, 1978, s. 29). Dijital çizim programları ise programı üreten kişinin algısal çerçevesi üzerine kurulu olduğu için bazı sanatçıların biçimsel algısı ile uyumsuz olacağı söylenebilecektir (McCullough vd., 1990, s. 5).

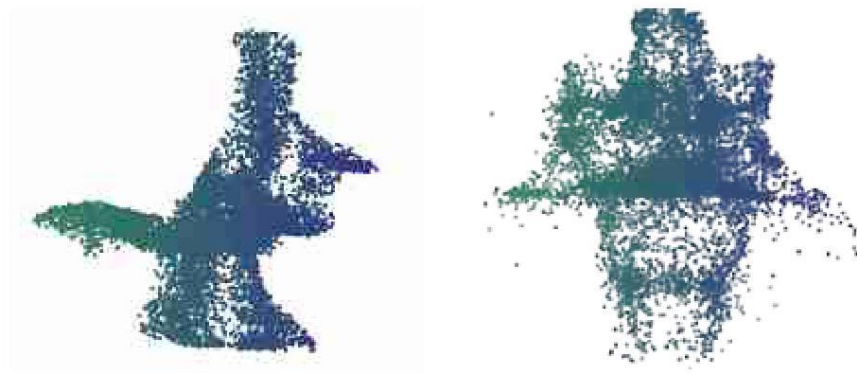
Yapay zekâ ile gerçekleştirilen çalışmalarla bu soruna iki boyutlu biçimler üzerinden çözümler araştırılıyor olsa da üç boyutlu biçimler, sayısal olarak tanımlanmalarının zorluğu sebebiyle daha az incelenmiştir. Songwei Ge, 2019 yılında gerçekleştirdiği çalışmasında, bu soruna üç boyutlu cisimlerin bilgisayarda tanımlanma biçimini değiştirerek cevap aramıştır. Bu çalışmada cisimler yapay zekâ tarafından, yüzeylerini ifade eden sayısal biçimler olarak değil, hacimlerini ifade eden nokta bulutları (point cloud) olarak tanımlanmaktadır. İnsanların görüşünden farklı olarak bir cismin tüm hacmi ile ifade edilebilmesi, yapay zekanın cismi muğlak olarak tanımlayabilmesini

sağlamaktadır. Böylece bir heykel eserinin biçimsel varyasyonları üretilirken, programın biçimsel sınırlamalarının azaltılabildiği söylenebilecektir. Ayrıca Ge'nin çalışmasında nokta bulutları kullanıldığı için, farklı cisimlerin parçalarının birleşimi gibi biçimsel olarak karmaşık işlemler daha başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmektedir (Görsel 4.23., 4.24. ve 4.25.) (Ge vd., 2019).

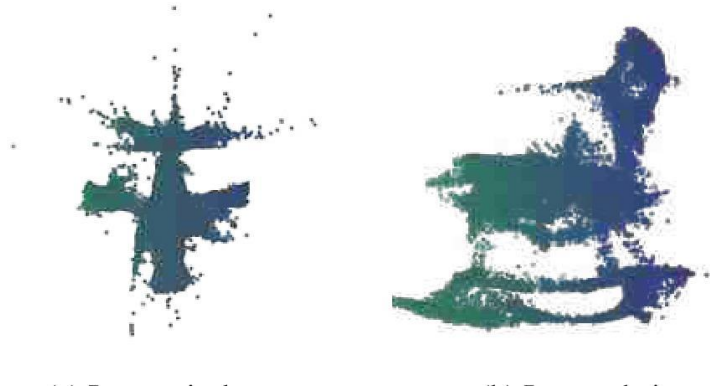
Bu çalışmada elde edilen örnekler, nokta bulutlarından oluştuğu için yüzeyleri ile tanımlanmış heykellere benzemese de Görsel 4.26.'da görüleceği üzere, nokta bulutları daha sonra kullanıcılar tarafından biçimlere dönüştürülebilmekte ve fiziksel olarak üretilenmektedir.



Görsel 4.23. Solda, Giriş: kase Hedef: sandalye, Sağda Giriş: klavye Hedef: araba (Ge vd., 2019, s. 4)



Görsel 4.24. Solda, Giriş: uçak, şişe Hedef: tuvalet, Sağda, Giriş: koni, vazo, lamba Hedef: insan (Ge vd., 2019, s. 4)



Görsel 4.25. Solda, Giriş: Uçak Hedef: rastgele, Sağda Giriş: sandalye Hedef: rastgele (Ge vd., 2019, s. 4)



Görsel 4.26. Songwei Ge'nin yapay zeka ile ürettiği soyut heykel örneği (Ge vd., 2019, s. 2)

Bu bölümde sanatçıların kişisel stillerini aktarabilecekleri farklı teknolojilere ve yaklaşımlara sahip dijital jeneratif üretim yöntemleri incelenmiştir. Önceki bölümlerde de ele alındığı üzere bir jeneratif aracın tamamen objektif olarak sanatsal üretim yapması olanaklı değildir (Nake, 2012b, s. 74). Fakat sadece sanatçının ifadesini tam olarak taşıyabilen bir jeneratif sistem ile sanatsal üretim sürecinde gerçek bir otomatizasyon

sağlanabilecektir. Arida'ya göre jeneratif üretim yöntemlerinin sanatçının kişisel ifadesini sınırlandırmadan taşıyabilmesi ve yeni olanaklar sağlayabilmesi için iki soruya cevap verilmesi gereklidir:

-Kullanılan kurallar sanatçının kişisel dokunuşu, stili ve biçimsel tercihlerinden kayıp vermeden üretim yapılabilmesini sağlıyor mu?

-Kullanılan kurallar üretilmek istenen eserin kavramsal çerçevesinde kayıp vermeden üretilebilmesini sağlıyor mu? (Arida, 2004, s. 105)

Ayrıca, insanlar bilgisayarlardan farklı olarak yaşayan bir kültürle devamlı etkileşim içerisinde bulunmakta ve bu etkileşim sonucunda sanatsal stillerini değiştirmektedirler. Sanat üretim sürecinde yer alacak bir jeneratif aracın sanatçının değişimini destekleme kapasitesine de sahip olması gerektiği söylenebilecektir (McCullough vd., 1990, s. 6–7).

Bahsedilen bu şartlar dahilinde enformasyon estetiğinden evrimsel algoritmalara kadar ele alınan jeneratif üretim örnekleri incelendiğinde, sanatçıların farklı ve dinamik stillerine cevap verebilecek çeşitliliğe sahip sayıda ve nitelikte jeneratif sistemler ortaya konulduğunu söylemek mümkündür.

SONUÇ

Modernist sanatın dünyaya dair gözlemleri bilimle kesişen bir bakış açısına sahiptir. Modernizmin pozitivist yaklaşımı, yani ölçümler ile sayısal veriler elde etmek ve bunları matematiksel bir formül haline getirmek, dünya hakkında kişisel yargılardan bağımsız, objektif bir bilgi edinmeyi amaçlamaktadır. Antikiteden beri sanatı tanımlamak ve değerlendirmek için kuramlar üretilmiştir. Ancak sanatın objektif olarak ölçülebilir bir değeri olması düşüncesi modernizmin fikişsel temellerinin ortaya konulduğu 18.yy'dan itibaren araştırılmaya başlanmıştır. Sanat eserinden ölçülerek veri elde edilebilmesi için ya her sanat kategorisi için öznel olarak değerler belirlenmesi ya da estetik algının bazı ölçülebilir temellere dayandığının gösterilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır. Bu konuda modernist sanatın sezgisel olarak kabul ettiğı bazı estetik değerlerin, deneysel psikoloji, sinirbilim ve evrimsel biyoloji alanlarındaki bulgularla desteklendiğı görölmüştür.

20. yy.'ın başlarında ise modernist sanatta, biçimsel değerlerin ön plana çıkartıldığı ve cisimlerin biçimlerinin matematiksel olarak ifade edilmesine uyumlu olan soyut sanat görüşünün, bilimsel ölçüm ve estetik araştırmayı bir araya getirdiğı düşünölmüştür. Matematikçi George Birkhoff "estetik ölçüm" kuramı ile sanata sayısal bir değer atanabileceğı düşüncesini ilk defa ortaya koyarak kendinden sonraki araştırmacılara yön vermiştir. Ancak Birkhoff'un kuramının sanat üzerine fazla genellenmiş yaklaşımları sebebiyle pratikte kısıtlı ve sağduyu ile uyumsuz sonuçlar elde edilmiştir. Birkhoff'un elde ettiğı sonuçlar aynı zamanda, estetik algının evrensel temelleri bulunarak sanat eseri üzerine kişisel yargılardan bağımsız bir ölçüm gerçekleştirilemeyeceğinin ilk örnekleri olarak da görölebilecektir.

20.yy'daki bilimsel ve teknolojik ilerlemelere paralel olarak Birkhoff'un kuramında karşılaşılan sorunları çözmek için daha ayrıntılı kuramlar geliştirilmeye devam edilmiştir. Fizik biliminin atmosferdeki gazların hareketi gibi, karmaşık sistemlerin çözümlenmesinde kullanılan yöntemler sanat eserinden daha mikro ölçekte veri elde edilebilmesini sağlamıştır. Özellikle Max Bense ve Abraham Moles'ün enformasyon estetiğı kuramında, sanat felsefesindeki biçimsel bakışı, cisimlerden elde edilen veriyi ölçen karmaşıklık kuramlarını ve estetik ölçüm kuramını bir araya getirmesi, Birkhoff'ta sonra araştırmalara yön veren en önemli isimler olmalarını sağlamıştır. Ayrıca 1970'lerde Noam Chomsky'nin evrensel gramerler kuramından etkilenen George Stiny ve James Gips geliştirdikleri şekilsel gramer kuramında sanat eserinin sadece

şekillerin etkileşimi ile hesaplanmasını incelemişlerdir. Sanat eserinin objektif bir ölçümü için gerçekleştirilen bu çalışmaların, modernist sanatın temelinde görülen evrensel estetik arayışının devamı olduğu sonucuna varılmıştır.

Enformasyon estetiği kuramları aynı zamanda objektif bir sanat eserinin nasıl üretilebileceğini de ortaya koymayı amaçlamıştır. Modernist sanat, ideali arayışında doğanın taklidinden uzaklaşarak soyut yani salt matematiksel biçimlerin kompozisyonuna yönelmiştir. Fakat insanların, psikolojik ve çevresel faktörlerden bağımsız bir sanatsal üretim yapması mümkün olmadığı için sadece insandan bağımsız olarak formüle edilmiş bir soyut biçimin gerçekten evrensel olabileceği düşüncesine varılmıştır. Bu amaçla sanat eserinin niteliğini ölçebilen bir formülün aynı zamanda bu ölçümü kullanarak sanat niteliği taşıyan eserler de üretebilmesi incelenmiştir. Bu bakış açısı ile sanat üretimi sürecindeki yönlendirmelerin insanlardan, şekilsel kurallar, algoritmalar ya da matematiksel formüllere devredilerek otomatize edildiği jeneratif sanat üretimi olarak adlandırılan yöntemler ortaya konulmuştur.

Jeneratif sanat temelinde dijital bir özellik taşımadığı ve sanat eserinin sanatçı dışındaki herhangi bir sistem ile üretimi olarak tanımlanabildiği örneklendirilmiştir. Bu sistemler geometrik örüntüler gibi kurallı veya havaya atılan kağıtlar gibi rastgele de olsa sanatçının karar verme mekanizmasının yerine geçmesi açısından jeneratif üretim olarak görülmektedir.

20.yy'ın ikinci yarısında hızla gelişen bilgisayarların algoritmik kurallı yapısı, jeneratif sanatın daha ayrıntılı kurallar ile üretebilmesi için uygun bir ortam sağlamıştır. Basit matematiksel karmaşıklık ve düzen kuralları ile başlayan dijital jeneratif sanat üretimi giderek artan karmaşıklıklarda eserler vermiştir. 1966 yılında Michael Noll'ün dijital jeneratif araçlar ile ürettiği sahte Mondrian resimleri basit kompozisyonlara sahip olmakla beraber gerçeklerinden ayırt edilememektedir. 1990'lara gelindiğinde ise üretim algoritmasının erken bir yapay zekâ olarak kabul edileceği karmaşıklığa sahip jeneratif sanat araçlarının renk ve figürler içeren soyut kompozisyonlar ürettiği görülmüştür.

Yapay zekâ araçlarının jeneratif sanatta gerçek kullanımı ise algoritmanın ön görülemeyen bir sonuç üretmesi değil, algoritmanın bilgisayar tarafından üretilebildiği veya değiştirilebildiği jeneratif sistemler olarak görülmektedir. Jeneratif sanat üretiminde kullanılan yapay zekâ araçları genel olarak iki kategori altında incelenmiştir: Kullanıcının

verdiği örneklerin kurallarını çıkaran öğrenme algoritmaları ve kullanıcının tercihlerine göre biçimsel aramalar gerçekleştiren evrimsel algoritmalar. Bu jeneratif sistemler teorik olarak kullanıcının sanatsal tercihlerini sadece minimal düzeyde teknik bilgi kullanarak ifade etmesi ile bu tercihleri algoritma olarak tanımlayabilmektedirler. Ancak pratikte bu yapay zekâ araçlarının sanatsal biçim üretiminde başarısız olduğu durumlar görülmüştür. Bu durumlara dair çözüm önerilerinden biri jeneratif sistemleri daha da karmaşık hale getirerek, üretimlerindeki sanatsal değeri arttırmak ve yeni biçimler üretebilmelerini sağlamak olmuştur. Fakat, yapılan incelemelerde yüksek karmaşıklığın tek başına sanatsal niteliği açıklamakta yetersiz olduğuna varılmıştır. Jeneratif sistemlerde daha yüksek karmaşıklık kullanıldığında yeni biçimler üretebilmekle birlikte insanların sanat anlayışına cevap veremeyeceği görülmüştür. Dolayısıyla sanatsal niteliğin jeneratif sistemlerin yapısında değil sanatçı ve jeneratif üretim aracı arasında aranması gerektiği sonucuna varılmıştır.

Jeneratif sanat araçlarında eserin algoritmik aşamalar ve biçimsel kurallar ile üretilmesi sanatçılar için geleneksel sanat üretiminden farklı bir üretim modeli sunmaktadır. Bu sebeple sanatçıların estetik tercihlerini ve kişisel ifadelerini algoritmalara aktarmasında kayıplar yaşanabilmektedir. Bu kayıplar, sanatçının ifadesini algoritmaya doğru tanımlayamaması veya jeneratif sistemin sanatçının ifadesini kurallarla tanımlama kapasitesine sahip olmamasından kaynaklanabilmektedir.

21.yy. içerisindeki teknolojik gelişmelerin jeneratif sanat alanında kullanılması, özellikle sanatçıların kişisel ifadelerini dijital ortama aktarma sürecinde kolaylık sağlamıştır. Tasarım sürecindeki biçimsel çözümleme ve varyasyon üretme gibi aşamaların jeneratif araçlar ile otomatize edilebildiği görülmüştür. Dijital jeneratif araçların, geleneksel üretim sürecinin sağladığı tüm biçimsel ifade olanaklarını sağlayabilmesi ile farklı bir sanat üretim ortamı sunduğu da kabul edilmelidir. Jeneratif sanat araçları hakkında, Walter Benjamin'in modernist sanat için söylediği "mekanik olarak tekrar üretilmesi için tasarlanan sanat" tanımı değiştirilerek "algoritmik olarak varyasyonlarıyla üretilmesi için tasarlanan sanat" sözü söylenebilecektir.

KAYNAKÇA

- Adzhiev, V., Comninou, P., Pasko, A. (2003). Augmented Sculpture: Computer Ghosts of Physical Artifacts. *Leonardo*, 363, 211–219
Kaynak: www.jstor.org/stable/1577364.
- Arida, S. (2004). *Contextualizing Generative Design* (109546330) [Yüksek Lisans]. Massachusetts Institute of Technology, Massachusetts.
- Arnheim, R. (1974). *Art and visual perception: A psychology of the creative eye / Rudolf Arnheim* (Expanded and revised ed.). Berkeley. University of California Press.
- Bakan, E. (2016). *Bilgisayar Animasyonunda Prosedürelizm: Bir Medikal Animasyon Uygulaması*. Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
- Bayraktar, K. O. (2017). *Sistem Teorisi Bağlamında Sanat Nesnesi ve Eşleme* [Sanatta Yeterlik]. Marmara Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü, İstanbul.
- Beardsley, M. (1958). *Aesthetics, problems in the philosophy of criticism*. Indianapolis. Hackett Pub. Co.
- Bell, C. (1914). *Art*. Charleston, SC. CreateSpace Independent Publishing Platform.
- Benjamin, W. (2008). *The Work of Art in the Age of Mechanical Reproduction. Great ideas: Vol. 56*. London. Penguin.
- Bense, M. ve Reichardt, J. (1971). *Cybernetics, art and ideas, etc*. Greenwich, Conn. New York Graphic Society.
- Bentley, P. ve Corne, D. (Ed.). (2002). *Creative evolutionary systems*. San Francisco, Calif. Morgan Kaufmann; London : Academic.
- Birkhoff, G. D. (1933). *Aesthetic measure*. Cambridge, Mass. Harvard University Press.
- Bret, M. (1988). Procedural Art with Computer Graphics Technology. *Leonardo*, 211, 3. <https://doi.org/10.2307/1578408>
- Burnham, J. (1987). *Beyond modern sculpture: The effects of science and technology on the sculpture of this century* (7. print). New York. Braziller.
- Carroll, N. (2010). *Art in three dimensions*. Oxford. Oxford University Press.

- Chatterjee, A. (2011). Neuroaesthetics: A coming of age story. *Journal of Cognitive Neuroscience*, 231, 53–62. <https://doi.org/10.1162/jocn.2010.21457>
- Dreher, T. (2014). *History of Computer Art*. IASLonline Lessons/Lektionen in NetArt. Kaynak:http://iasl.uni-muenchen.de/links/GCA_Indexe.html.
- Dündar, S. K. (2019). *Algoritmik Biyomimikri Yöntemi ile Dijital Tasarım* [Sanatta Yeterlik Tezi]. Hacettepe Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Grafik Anasanat Dalı, Ankara.
- Erol, Ş. (2014). *Epistemoloji ve analitik felsefe bağlamında kavramsal sanat analizi* (330997) [Sanatta Yeterlik]. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.
- Feijs, L. (2004). Divisions of the Plane by Computer: Another Way of Looking at Mondrian's Nonfigurative Compositions. *Leonardo*, 373, 217–222. <https://doi.org/10.1162/0024094041139454>
- Fried, M. (1998). *Art and objecthood: Essays and reviews / Michael Fried*. Chicago, London. University of Chicago Press.
- Galanter, P. (2003). *What is Generative Art? Complexity Theory as a Context for Art Theory*. Kaynak:https://www.researchgate.net/publication/249885075_What_is_Generative_Art_Complexity_Theory_as_a_Context_for_Art_Theory.
- Galanter, P. (2010). The Problem with Evolutionary Art Is. In C. Di Chio, A. Brabazon, G. A. Di Caro, M. Ebner, M. Farooq, A. Fink, J. Grahl, G. Greenfield, P. Machado, M. O'Neill, E. Tarantino, & N. Urquhart (Eds.), *Applications of Evolutionary Computation* (pp. 321–330). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-12242-2_33
- Galanter, P. (2012). Computational Aesthetic Evaluation: Past and Future. In J. McCormack & M. d'Inverno (Eds.), *Computers and Creativity* (pp. 255–293). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/978-3-642-31727-9_10
- Galanter, P. (2016). Generative Art Theory. In P. Chirstiane (Ed.), *A companion to digital art* (pp. 146–180). Wiley Blackwell. <https://doi.org/10.1002/9781118475249.ch5>
- Gatys, L., Ecker, A., Bethge, M. (2016). A Neural Algorithm of Artistic Style. *Journal of Vision*, 1612, 326. <https://doi.org/10.1167/16.12.326>

- Gero, J. S. ve Kazakov, V. (2005). On Modeling Visual Complexity of 3D Solid Objects. *International Journal of Design Sciences and Technology*, 121
Kaynak:https://www.researchgate.net/publication/266407540_ON_MODELING_VISUAL_COMPLEXITY_OF_3D_SOLID_OBJECTS.
- Ge, S., Dill, A., Eunsu Kang, Chun-Liang Li, . . . Barnabas Poczso. (2019). *Developing Creative AI to Generate Sculptural Objects*.
- Getto, R., Kuijper, A., Fellner, D. W. (2020). Automatic procedural model generation for 3D object variation. *The Visual Computer*, 361, 53–70.
<https://doi.org/10.1007/s00371-018-1589-4>
- Goodman, N. (1976). *Languages of art: An approach to a theory of symbols* (2nd ed.). New York. Hackett Publishing Comp.
- Greenberg, C. (1969). *Art and culture: Critical essays. Beacon paperback: Vol. 212*. Boston. Beacon Press.
- Gunzenhäuser, R. (1975). *Mass und Information als ästhetische Kategorien*. Baden-Baden. Agis-Verl.
- Güney, E. ve Uysal, S. (2019). Kültürel Dönüşümler ve Teknolojik Gelişmeler İlişkisinde Jeneratif Sanat. *SDÜ Art-E Güzel Sanatlar Fakültesi Sanat Dergisi*, 1224, 289–314. <https://doi.org/10.21602/sduarte.628568>
- Gürsel Dino, İ. (2012). Creative Design Exploration By Parametric Generative Systems In Architecture. *METU JOURNAL of the FACULTY of ARCHITECTURE*, 291, 207–224. <https://doi.org/10.4305/METU.JFA.2012.1.12>
- Gürsoy, B. ve Özkar, M. (2015). Schematizing Basic Design in Ilhan Koman’s “Embryonic” Approach. *Nexus Network Journal*, 173, 981–1005.
<https://doi.org/10.1007/s00004-015-0261-9>
- Hutchison, D., Kanade, T., Kittler, J., Kleinberg, J. M., Mattern, F., Mitchell, J. C., Naor, M., Nierstrasz, O., Pandu Rangan, C., Steffen, B., Sudan, M., Terzopoulos, D., Tygar, D., Vardi, M. Y., Weikum, G., Machado, P., McDermott, J. ve Carballal, A. (Ed.). (2013). *Evolutionary and Biologically Inspired Music, Sound, Art and Design* (Vol. 7834). Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-36955-1>
- İmani, E. (2017). *Historical and Geometrical Analysis of Muqarnas and Prospect of Its Reflection on Today's Architecture* [Yüksel Lisans Tezi]. Ortadoğu Teknik

Üniversitesi, Ankara

Kaynak:<http://etd.lib.metu.edu.tr/upload/12621155/index.pdf>.

- Klee, P., Spiller, J [Jürg], Manheim, R. (1969). *The Notebooks of Paul Klee: Volume 1 - The Thinking Eye* (1st ed.). *Notebooks of Paul Klee: [v. 1]*. London. Lund Humphries.
- Klee, P., Spiller, J [Jurg], Norden, H. (1973). *The Notebooks of Paul Klee: Volume 2 - The Nature of Nature. The documents of modern art: vol. 17*. N.Y. George Wittenborn.
- Knight, T. ve Stiny, G. (2015). Making grammars: From computing with shapes to computing with things. *Design Studies*, 41, 8–28.
<https://doi.org/10.1016/j.destud.2015.08.006>
- Knight, T. (2015). Shapes and Other Things. *Nexus Network Journal*, 173, 963–980.
<https://doi.org/10.1007/s00004-015-0267-3>
- Kostelanetz, R. (1978). *Esthetics contemporary*. Buffalo N.Y. Prometheus Books.
- Krauss, R. E. (1985). *The originality of the avant-garde and other modernist myths*. Cambridge, Mass., London. MIT Press.
- Krauss, R. E., Foster, H., Bois, Y.-A. (2004). *Art since 1900: Modernism, antimodernism, postmodernism / Hal Foster... [et al.]*. London. Thames & Hudson.
- Lindenmayer, A. (1968). Mathematical models for cellular interactions in development I. Filaments with one-sided inputs. *Journal of Theoretical Biology*, 183, 280–299.
[https://doi.org/10.1016/0022-5193\(68\)90079-9](https://doi.org/10.1016/0022-5193(68)90079-9) (*Journal of Theoretical Biology*, 18(3), 280-299).
- Machado, P. ve Cardoso, A [Amilcar]. (1998). Computing Aesthetics. In G. Goos, J. Hartmanis, J. van Leeuwen, & F. M. de Oliveira (Eds.), *Lecture Notes in Computer Science. Computing Aesthetics* (Vol. 1515, pp. 219–228). Springer Berlin Heidelberg. https://doi.org/10.1007/10692710_23
- Machado, P. ve Cardoso, A [Amílcar] (2002). All the Truth About NEvAr. *Applied Intelligence*, 162, 101–118. <https://doi.org/10.1023/A:1013662402341>
- Mandelbrot, B. B. (1982). *The fractal geometry of nature*. Oxford. Freeman.

- March, L. (2011). Forty Years of Shape and Shape Grammars, 1971 – 2011. *Nexus Network Journal*, 131, 5–13. <https://doi.org/10.1007/s00004-011-0054-8>
- Marsden, A. (2019). New Prospects for Information Theory in Arts Research. *Leonardo*, 533, 274–280. https://doi.org/10.1162/leon_a_01860
- Martino, J. A. (2010). The Immediacy of the Artist's Mark in Shape Computation. *Leonardo*, 434, 330–339. https://doi.org/10.1162/LEON_a_00006
- McCormack, J. ve d’Inverno, M. (Ed.). (2012). *Computers and Creativity*. Berlin, Heidelberg. Springer Berlin Heidelberg.
- McCormack, J. (2013). Aesthetics, Art, Evolution. In D. Hutchison, T. Kanade, J. Kittler, J. M. Kleinberg, F. Mattern, J. C. Mitchell, M. Naor, O. Nierstrasz, C. Pandu Rangan, B. Steffen, M. Sudan, D. Terzopoulos, D. Tygar, M. Y. Vardi, G. Weikum, P. Machado, J. McDermott, & A. Carballal (Eds.), *Evolutionary and Biologically Inspired Music, Sound, Art and Design* (pp. 1–13). Springer Berlin Heidelberg.
- McCormack, J., Bown, O., Dorin, A., McCabe, J., . . . Whitelaw, M. (2014). Ten Questions Concerning Generative Computer Art. *Leonardo*, 472, 135–141. https://doi.org/10.1162/LEON_a_00533
- McCullough, M., Mitchell, W. J., Purcell, P. A. (1990). *The Electronic design studio: Architectural education in the computer era*. Cambridge, Mass. MIT Press.
- Moore, H. (1968). *Henry Moore on sculpture: A collection of the sculptor's writings and spoken words / edited, with an introduction, by Philip James* (First cheap ed., with black and white illustrations replacing the five colour plates in the original ed.).
- Nake, F. (2012a). Construction and Intuition: Creativity in Early Computer Art. In J. McCormack & M. d’Inverno (Eds.), *Computers and Creativity*. Springer Berlin Heidelberg.
- Nake, F. (2012b). Information Aesthetics: An heroic experiment. *Journal of Mathematics and the Arts*, 62-3, 65–75. <https://doi.org/10.1080/17513472.2012.679458>
- Noll, A. M. (1966). Human or Machine: A Subjective Comparison of Piet Mondrian’s “Composition with Lines” (1917) and a Computer-Generated Picture. *The Psychological Record*, 161, 1–10. <https://doi.org/10.1007/BF03393635>

- Onians, J. (2007). *Neuroarthistory: From Aristotle and Pliny to Baxandall and Zeki / John Onians*. New Haven, Conn., London. Yale University Press.
- Oxman, R. (2006). Theory and design in the first digital age. *Design Studies*, 273, 229–265.
- Özyurtçu, H. Y. (2020). *Glitch Sanatı ve Resim Sanatında Glitch Tekniğinin Etkileri Üzerine Bir Araştırma* [Yüksek Lisans Tezi]. Yeditepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Plastik Sanatlar Anabilim Dalı, İstanbul.
- Park, J. W. (2019). Secrets of Balanced Composition as Seen through a Painter's Window: Visual Analyses of Paintings Based on Subset Barycenter Patterns. *Leonardo*, 524, 364–373. https://doi.org/10.1162/leon_a_01778
- Prusinkiewicz, P. ve Hanan, J. (1989). *Lindenmayer systems, fractals, and plants*. N.Y. Springer Kaynak:<http://www.springer.com/gb/> BLDSS.
- Ramachandran, V. ve Hirstein, W. (1999). The Science of Art: A Neurological Theory of Aesthetic Experience. *Journal of Consciousness Studies*, 6, 15–51.
- Rigau, J., Feixas, M., Sbert, M. (2008). Informational aesthetics measures. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 282, 24–34. <https://doi.org/10.1109/mcg.2008.34>
- Schwanauer, S. M. ve Levitt, D. A. (1993). *Machine models of music*. Cambridge, Mass, London. MIT Press.
- Scott, M. L. (2009). *Programming language pragmatics* (Third edition). Amsterdam, Boston. Elsevier/Morgan Kaufmann Pub.
- Senecal, J.-S. (2016). *Machines That Learn: Aesthetics of Adaptive Behaviors in Agent-based Art* [Doktora Tezi]. Concordia University, Canada.
- Sequin, C. H. (1997). Virtual Prototyping of Scherk-Collins Saddle Rings. *Leonardo*, 302, 89. <https://doi.org/10.2307/1576417>
- Shannon, C. E. ve Weaver, W. (1949). *Mathematical theory of communication*. S.I. Univ Illinois Pr.
- Sims, K. (1994). Evolving virtual creatures. *SIGGRAPH '94: Proceedings of the 21st Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques*, 15–22. <https://doi.org/10.1145/192161.192167>

- Soddu, C. (2002). New Naturality: A Generative Approach to Art and Design. *Leonardo*, 353, 291–294. <https://doi.org/10.1162/002409402760105299>
- Stebbing, P. D. (2004). A Universal Grammar for Visual Composition? *Leonardo*, 371, 63–70. <https://doi.org/10.1162/002409404772828157>
- Stiny, G. ve Gips, J. (1971). ‘Shape Grammars and the Generative Specification of Painting and Sculpture’. *IFIP Congress*, 71.
- Stiny, G. (1975). *Pictorial and formal aspects of shape and shape grammars. ISR, Interdisciplinary systems research: Vol. 13*. Basel, Stuttgart. Birkhäuser.
- Stiny, G. ve Gips, J. (1978). *Algorithmic aesthetics: Computer models for criticism and design in the arts / George Stiny and James Gips*. Berkeley, London. University of California Press.
- Stiny, G. (1980). Kindergarten grammars: designing with Froebel's building gifts. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 74, 409–462. <https://doi.org/10.1068/b070409>
- Stiny, G. (1991). The algebras of design. *Research in Engineering Design*, 23, 171–181. <https://doi.org/10.1007/BF01578998>
- Stiny, G. (2006). *Shape: Talking about seeing and doing*. Cambridge, Mass., London. MIT.
- Taylor, R. P., Spehar, B., van Donkelaar, P., Hagerhall, C. M., . . . Hagerhall, C. M. (2011). Perceptual and Physiological Responses to Jackson Pollock's Fractals. *Frontiers in Human Neuroscience*, 5, 60. <https://doi.org/10.3389/fnhum.2011.00060>
- Tolstoy, L. (1996). *What is art?* (Çev:A. Maude). Indianapolis. Hackett Pub. Co.
- Uysal, S. (2019). *Fraktal Geometri ve Algoritma İlişkisinde Jeneratif Sanat* [Yüksek Lisans]. Ondokuz Mayıs Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Resim A.S.D., Samsun.
- Whitelaw, M. (2002). Breeding Aesthetic Objects: Art and Artificial Evolution. In P. Bentley & D. Corne (Eds.), *Creative evolutionary systems*. Morgan Kaufmann; London : Academic.
- Whitelaw, M. (2004). *Metacreation: Art and artificial life / Mitchell Whitelaw*. Cambridge, Mass., London. MIT Press.

Yılmaz, M. (2014). *Sanat ve Tasarım Bağlamında Elektronik Oyunlarda Prosedürel Üretim*. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.

Yikang Li, T. Ma, Yeqi Bai, Nan Duan, . . . X. Wang (2019). PasteGAN: A Semi-Parametric Method to Generate Image from Scene Graph. *33rd Conference on Neural Information Processing Systems*
Kaynak:<https://www.semanticscholar.org/paper/PasteGAN%3A-A-Semi-Parametric-Method-to-Generate-from-Li-Ma/b158b038fd34bc1cddd2711d6cd719a22b244b2e>.

Zhang, K., Harrell, S., Ji, X. (2012). Computational Aesthetics: On the Complexity of Computer-Generated Paintings. *Leonardo*, 45, 243–248.
<https://doi.org/10.2307/41550640>

Internet

http1:www.mimarlikdergisi.com/index.cfm?sayfa=mimarlik&DergiSayi=37&RecID=895(Erişim tarihi: 26.05.2020).

http2:www.leonardo.info/reviews_archive/nov2008/parikka_art.html(Erişim tarihi: 30.10.2020).

http3:www.michael-hansmeyer.com/subdivided-columns(Erişim tarihi: 7.11.2020).

http4:www.theverge.com/tldr/2019/4/12/18306090/ai-generated-sculpture-shredded-remains-ben-snell-dio(Erişim tarihi: 4.11.2020).

http5:www.anastasiaopara.com/example-based-placement(Erişim tarihi: 7.11.2020).