

T.C
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ
HEYKEL ANASANAT DALI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

PLASTİK SANATLARDA FRAKTAL

Hazırlayan
Evren TEPE

Danışman
Yrd. Doç. Sevgi AVCI

İZMİR 2014

YEMİN METNİ

Yüksek Lisans Tezi olarak sunduğum “**PLASTİK SANATLARDA FRAKTAL**” adlı çalışmanın, tarafımdan, bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın yazıldığını ve yararlandığım eserlerin bibliyografyada gösterilenlerden oluştuğunu, bunlara atıf yapılarak yararlanılmış olduğunu belirtir ve bunu onurumla doğrularım.

Tarih

.../.../.....

Evren TEPE

TUTANAK

Dokuz Eylül Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü' nün/...../..... tarih vesayılı toplantısında oluşturulan jüri, Lisanüstü Öğretim Yönetmeliği'ninmaddesine göre Heykel Anasanat Dalı Yüksek Lisans öğrencisi Evren TEPE' nin "Plastik Sanatlarda Fraktal" konulu tezi incelenmiş ve aday/...../..... tarihinde, saat ' da jüri önünde tez savunmasına alınmıştır.

Adayın kişisel çalışmaya dayanan tezini savunmasından sonra dakikalık süre içinde gerek tez konusu, gerekse tezin dayanağı olan anasanat dallarından jüri üyelerine sorulan sorulara verdiği cevaplar değerlendirilerek tezinolduğuna oy.....ile karar verildi.

BAŞKAN

ÜYE

ÜYE

YÜKSEKÖĞRETİM KURULU DOKÜMANTASYON MERKEZİ

TEZ/PROJE VERİ FORMU

Tez No: **Konu Kodu:** **Üniv. Kodu:**

Not: Bu bölüm merkezimiz tarafından doldurulacaktır.

Tez/Proje Yazarının

Soyadı: TEPE **Adı:** Evren

Tezin/Projenin Türkçe Adı: Plastik Sanatlarda Fraktal

Tezin/Projenin Yabancı Dildeki Adı: Fractals In Plastic Arts

Tezin/Projenin Yapıldığı

Üniversitesi: Dokuz Eylül Üniversitesi **Enstitü:** Güzel Sanatlar Ens. Yıl: 2014

Tezin Türü:

Yüksek Lisans:

Dili: Türkçe

Doktora:

Sayfa Sayısı: 83

Tıpta Uzmanlık:

Referans Sayısı: 36

Sanatta Yeterlilik:

Tez/Proje Danışmanınının

Ünvanı: Yrd. Doç

Adı: Sevgi **Soyadı:** AVCI

Türkçe Anahtar Kelimeler:

- 1- Fraktal
- 2- Heykel
- 3- Sanat
- 4- Geometri
- 5- Platonik Hacimler

İngilizce Anahtar Kelimeler:

- 1- Fractal
- 2- Sculpture
- 3- Art
- 4- Geometry
- 5- Plastic Solid

Tarih:

İmza:

Tezimin Erişim Sayfasında Yayınlanmasını İstiyorum Evet Hayır

ÖZET

Fraktal; matematikte çoğunlukla kendine benzeme özelliği gösteren karmaşık geometrik şekillerin ortak adıdır. Bu şekiller, Öklid geometrisinde bulunan kare, daire, üçgen gibi basit şekillerden çok farklıdır. Öklid geometrisinin tanımlayamadığı düzensiz formları tanımlar. Fraktal nesnelerin kendilerini tekrarlı bir şekilde yenileme özellikleri, Öklid geometrisiyle ilişkili olan ‘Merkezi Perspektif’ in Brunelleschi tarafından icat edilmesinden bu yana fraktal kavramıyla yeni bir paradigma oluşumunu da beraberinde getirmiştir.

Fraktal geometrinin matematiksel olarak tanımlanması epey uzun sürmüştür. Ancak sanat eserlerinde, bu kavram ortaya atılmadan önce sanatçılar tarafından kullanılmıştır. Sanatçı Leonardo da Vinci'nin, Windsor Şatosu'ndaki hayranlık uyandıran çizimleri dalga dalga bulut geometrisinin, muazzam Dünya girdabına yönelimi ile, 17. Yüzyıl matematikçi ve filozof Leibniz'in ortaya attığı kendini tekrar eden öz-benzerlik kuramı özdeştir. Bu kuramın ilk grafik fonksiyonu iki yüzyıl sonra 1872'de Karl Weierstrass tarafından tanımlanmıştır. Sonrasında Cantor, Sierpinski, Van Koch, Peano gibi matematikçiler tarafından oluşturulan ve ‘Fraktal Matematiksel Canavarlar’ olarak adlandırılan günümüzde matematikçi Benoit Mandelbrot'un 1975'te ortaya attığı fraktal geometri kavramı tanımlanmıştır.

Rönesans'tan bu yana Öklid geometrisine dayalı küp, sanatçılar tarafından kullanılmıştır. Resim sanatında kutu ve kara desenli döşemeler şeklinde görülmektedir. Kare desenler, duvarlarda ızgara şeklinde bulunmakta ve tavana kadar ulaşarak tüm hacimsel değerlerin ortak ölçütü haline gelmektedir. Boş alandaki aralıklar ve cisimlerin özellikleri bu kareler ve ızgaralar arasına yerleşmektedir ve bu iki üç boyut ilişkisi fraktal küp ile çok boyutlu bir hale dönüşmektedir.

Brunelleschi paradigmasının yerini günümüzde Gödel mantığı, kaos kuramı ve fraktal geometriden kaynaklanan yepyeni bir paradigma almaktadır ve fraktal küp bu paradigmaya somut bir form kazandırmaktadır. Burada da Brunelleschi'nin mekanizmasındaki aynı unsurlar kullanılmış ancak farklı konfigüre edilmiştir. Bakan kişinin merkezi konumu kaydırılmış ve gerçeklikle yansıma arasındaki herhangi bir benzeşimden uzaklaştırılmıştır.

Brunelleschi perspektifi, üç boyutlu bir hacim ya da iki boyutlu bir yüzeyde oluşumu sağlayan sanat ilkeleri altında söyle açıklamıştır. Öncelikle doğal perspektifin yerine yapay perspektif, optik bilimin sınırlarını belirtmiş ve mekanın, yani sonsuzluğun ve aynanın belirli yeri tanımladığı karmaşık kuramsal unsurlar; birbirleriyle ilişkilendirilmekte ve iki ayna da bunu kolaylaştırmaktadır.

Brunelleschi, gerçekliği çizgisel konturlarla betimlenen formlara indirgemesi, sonsuzlukla örtüşecek şekilde bir gözün tek bir noktada sabit kalması ve aynadaki yansımanın eş değeri sayesinde, sisteme dahil olan geri-bildirim sorunu Gödel ve Mandelbrot' un kullandığı çağdaş matematiğin uzamı içerisinde yeniden düşünülmüştür.

Matematiğin ötesinde Gödel teoremi sisteme ilişkin herhangi bir öz bildirimli söylemin temel imkânsızlığını ortaya koyar. Bu teorem iç içe geçmiş meta sistemlerden oluşan sonsuz akışa yönelen tüm işaret sistemini kurgular. Bu öz bildirim sorunu Gödel' den çok uzun zaman önce sanatçılar tarafından eserlerinde işlenmiştir.

Plastik Sanatlarda, bunu fraktal analizin bilinçli ve bilinçsiz kullanımları şeklinde iki aşamada incelenir. Birincisi fraktal özelliklerin bilinçsiz kullanımı örneğin öz-benzerlik, dallanma, çatallanma süreçlerinin kullanımı. İkincisi ise fraktal geometrinin bilinçli kullanımı. Bilinçli kullanımlarında Jacson Pollock, Vincent Van Gogh, Salvador Dali, Max Ernst ve Larry Poons'un çalışmaları fraktal sanat uygulamaları içerisinde irdelenmektedir. Bilinçsiz kullanımlarında ise Gotik ve Barok sanatta, Afrika sanatında, Japon sanatında ve Batı sanatında çeşitli farklı kültürlerde fraktal bileşenler öz benzer şekilde irdelenmiştir.

Bugünün sanatçıları fraktal geometrinin özelliklerinin estetik bir duygu içerdiğini görmekten büyük heyecan duymaktadırlar. Bu yüzden fraktallerin yükselişi çağdaş sanatçılar için sanatı demokratikleştiren ve ciddi bir soruyu gündeme getiren anlam taşımaktadır.

ABSTRACT

Fractal is a collective term used to refer to complicated geometric figures , each of which is generally similar to itself in mathematics. They differ from simple forms such as square, triangle and circle in Euclid geometry thus represent irregular figures which can not be defined in Euclidean terms. Ability of fractal objects to replicate themselves in repetitions has brought about a new paradigm accompanied by fractal concept since invention of Central Perspective by Brunelleschi in association with Euclid geometry. Although it took a long time to define fractal geometry in mathematical terms, it had been used by artists before it was introduced into works of arts. It is interesting to note that Leonardo da Vinci's enthusiastic drawings of Windsor Castle in which geometry of wavy clouds spirally flow into a gigantic world eddy can well be identified with the theory of self similarity by Leibnitz, a famous 17 th century mathematician and philosopher. The graphic function of the theory was first illustrated by Karl Weierstrass after two centuries in 1872, which was followed by Benoit Mandelbrot's relatively current concept of fractal geometry in 1975 once called 'Fractal Mathematical Monsters' based on theories by previous mathematicians such as Cantor, Sierpinski, Van Koch and Peano.

Cube and cubic figures based on Euclid geometry have been used by various artists since Renaissance and are often seen as black and box-like patterned floor coverings especially in works of drawing/painting. Square patterns appear in grids on walls climbing up to ceiling to become the common criterion for all values of space and volume. Between the squares and grids are intervals and properties of objects with a multidimensionality being caused by combination of fractal cube and two dimensional relationship.

Brunelleschi paradigm is currently replaced by Gödel reasoning , Chaos Theory and a new paradigm based on fractal geometry in which the same elements as in the Brunelleschi's mechanism are employed but differently configured, central position of the observer dislocated and any similarities between reality and reflection removed.

Brunelleschi Perspective is thus explained below under the artistic principles by which a three dimensional volume or two dimensional plane arises; First of all, artificial perspective in stead of natural perspective determines

boundaries of optic science and complicated theoretical factors are intertwined in which space or infinity and defines a specified location through two mirrors.

Thanks to reduction of reality to forms drawn in sketches by Brunellesci, fixation of one-eye view through to infiniteness and equivalence of reflection of image in mirror, problem of self similarity included in the system have been reconsidered within the context of contemporary mathematics used by Gödel and Mandelbrot.

The Gödel theorem beyond mathematics suggests an impossibility of any self- similarity discourses concerning the system . The theorem constructs an entire semiologic and semantic system composed of meta systems spirally or telescopically intertwined and fused into a flow of infiniteness. This self similarity concept had been worked by various artists long before Gödel considered it.

Plastic arts deal with the phenomenon in two phases such as conscious and unconscious ones. The first covers uses of self similarity, branching and furcation features in unconscious themes and the second includes conscious uses of fractal properties including those by Jackson Pollock, Vincent Van Gogh, Salvador Dali, Max Ernst and Larry Poons which are all considered within the context of fractal artistic processes. However, their unconscious and spontaneous works composed of fractal components are analyzed in self- similarity terms all over various different cultures involving western, African and Japanese arts.

Artists today are obviously excited to have captured an esthetical emotion included in properties of fractal geometry. For those artists, rise of fractals is therefore of a very meaning which democratizes the art and raises a question accordingly.

ÖNSÖZ

Fraktalin, geçmişten günümüze sanata olan etkisi araştırılmıştır. Sanattaki bilinçli kullanımlarından ve bilinçsiz kullanımlarından bahsedilmiştir.

Araştırma sürecinde gerek yerli gerek yabancı kaynaklardan faydalanılmıştır. Geometri ve optikten kaynaklanan bilimsel perspektiften, Öklid geometrisinden ve yeni ortaya çıkan fraktal geometri tanımlamalarından bu yana perspektifin değişim sürecinin sanat üzerindeki etkilerini incelenmiştir.

Bu çalışmanın oluşum sürecinde bana yardımcı olan tez danışmanım Sayın Yrd. Doç. Sevgi AVCI' ya bölüm hocalarım Yrd. Doç. Gökçen ERGÜR, Yrd. Doç. Oktay ŞAHİNLER ve bu çalışma sürecinde bana destek olan annem Melahat PAYAMCI' ya, Fikret KAYMAK ve Ozan Fethi SUNTEKİN' e teşekkürlerimi sunarım.

Evren TEPE

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
YEMİN METNİ.....	ii
TUTANAK.....	iii
Y.Ö.K. DÖKÜMANTASYON MERKEZİ TEZ VERİ FORMU.....	iv
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
ÖNSÖZ	ix
İÇİNDEKİLER	x
KISALTMALAR.....	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
RESİMLER LİSTESİ.....	xvi
FOTOĞRAFLAR LİSTESİ	xvii
GİRİŞ	xviii

I. BÖLÜM

FRAKTAL GEOMETRİ (KAOS ESTETİĞİ)

I.1 FRAKTAL KAVRAMI NEDİR?.....	1
I.2 FRAKTAL İNTARİHÇESİ	4
I.3 FRAKTAL BOYUTLAR	12
I.3.1 SİERPİNSKİ ÜÇGENİ	12
I.3.2 SİERPİNSKİ VE PASKAL.....	13
I.3.3 KOCH KARTANESİ.....	13
I.3.4 TERS KARTANESİ	14
I.3.5 ÇOKGEN FRAKTAL (SİERPİNSKİ HALISI).....	15
I.3.6 ÇEMBER FRAKTAL.....	16
I.3.7 TARİHİ PARK FRAKTALI.....	17
I.3.8 DOĞADAN FRAKTAL ÖRNEKLER	18

I.3.8.1 KAR TANESİ.....	18
I.3.8.2 KAN DAMARLARI.....	18
I.3.8.3 AĞAÇ DALLARI.....	19
I.3.8.4 MISIR'IN UZAYDAN FOTOĞRAFI.....	19

I.4 PLATONİK HACİMLER

I.4.1 DÜZGÜN DÖRT YÜZLÜ (TETRAHEDRON).....	20
I.4.2 KÜP (HEXAHEDRON).....	21
I.4.3 SEKİZ YÜZLÜ (OCTAHEDRON).....	22
I.4.4 ON İKİ YÜZLÜ (DODECAHEDRON).....	23
I.4.5 YİRMİ YÜZLÜ (ICOSAHEDRON).....	23

II. BÖLÜM

FRAKTAL KAVRAMININ PLASTİK SANATLARDAKİ YANSIMALARI

II.1 GEOMETRİNİN TARİHSEL SÜRECİNDE SANATTAKİ ETKİLERİ.....	24
II.2 PERSPEKTİF PARADİGMASININ DEĞİŞİMİ VE PLATONİK HACİMLERDENFRAKTALLERE GEÇİŞ.....	26
II.3 FRAKTAL KÜP VE İKİ-ÜÇ BOYUTLULUK İLİŞKİSİ.....	33
II.4 PLASTİK SANATLARDA FRAKTAL KAVRAMININ KULLANIMI.....	43
2.4.1 BİLİNÇSİZ KULLANIMLARI.....	43
2.4.2 BİLİNÇLİ KULLANIMI.....	59
II.5 FRAKTAL SANAT VE FRAKTAL SANATÇILAR	
II.5.1 EDWARD BERKO.....	61
II.5.2 JEAN-PAUL AGOSTİ.....	63
II.5.3 CARLOS GINZBURG.....	65
II.5.4 SUSAN DERGES.....	67

II.5.5 NABİL NAHAŞ.....	68
II.5.6 JIM LONG.....	70
II.5.7 MONDRAİN VE JACKSON POLLOCK.....	71
II.5.8 RHONDA ROLAND SHEARER.....	74
SONUÇ.....	79
KAYNAKÇA	81
ÖZGEÇMİŞ	

KISALTMALAR

Vb. : Ve benzeri

s. : Sayfa No

yy. : Yüzyıl

Bkz. : Bakınız

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1: Kantor Cümlesi.....	9
Şekil 2: Julia Sets (karmaşık sayılar dinamiği).....	10
Şekil 3: Mandelbrot cümlesi	10
Şekil 4: Mandelbrot cümlesi	11
Şekil 5: Sierpinski Üçgeni	12
Şekil 6: Sierpinski ve Paskal.....	13
Şekil 7: Koch Kartanesi	14
Şekil 8: Ters Kartanesi.....	14
Şekil 9: Sierpinski Halısı	15
Şekil 10: Sierpinski Kübü	16
Şekil 11: Çember Fraktal	16
Şekil 12: Tarihi Park Fraktali.....	17
Şekil 13: Tarihi Park Fraktali.....	17
Şekil 14: Düzgün Dört Yüzlü	20
Şekil 15: Sierpinski tetrahedron.....	21
Şekil 16: Küp	21
Şekil 17: Sekiz Yüzlü	22
Şekil 18: Oktahedral fraktal	22
Şekil 19: On iki Yüzlü	23
Şekil 20: Yirmi Yüzlü.....	23
Şekil 21: Brunelleschi'nin Deney Mekanizması	27
Şekil 22: 3a Fraktal Küp	34
Şekil 23: 3b Fraktal Küp.....	34
Şekil 24: 3c Fraktal Küp	35
Şekil 25: Fraktal Küp	37
Şekil 26: Fraktal Küp	38
Şekil 27: Fraktal Küp.....	40
Şekil 28: Fraktal Küp	40
Şekil 29: Fraktal Küp	40
Şekil 30: Mısır Stünunun baş kısmı	44
Şekil 31: Kantor'un Çubuğu	44
Şekil 32: Bir batı alınlığında bulunan diğer fraktal bileşenler.....	45
Şekil 33: Eheleo	46
Şekil 34: Eheleo'nun dik açılarını ortaya koyan bir yapı	46
Şekil 35: Afrika heykeli ve fraktal ağaç	47
Şekil 36: İkinci dereceden uyumlu fonksiyon (sol)	50
Şekil 37: Zarif mozaik	51
Şekil 38: Sierpinski fraktal contası	51
Şekil 39: Apollon contası.....	51
Şekil 40: Circle Limit III	53
Şekil 41: Circle Limit IV, Cennet ve cehennem.....	53

Şekil 42: Fraktal bir küme	54
Şekil 43: İki Kolom örneği, krishna'nın çorapları	56
Şekil 44: Yılan	56
Şekil 45: Öz-benzer A tip desen	57
Şekil 46: Öz-benzer B tip desen	58
Şekil 47: Öz-benzer C tip desen	58

RESİMLER LİSTESİ

Resim 1: Velazquez, Kraliyet Ailesi.....	31
Resim 2: Hokusai, Büyük Dalga.....	48
Resim 3: İpek üzerine Japon öz-benzer spiraller	48
Resim 4: a) Hokusai'nin Amida Şelale'lerinin.....	49
Resim 5: Hokusai'nin Shimotsuke'deki Kurokomi Dağı'ndaki Krifuri Şelalesi (sağ)	50
Resim 6: Savaşın Yüzü.....	54
Resim 7: Ernst's Yağmur Sonrası Avrupa II (1940-42).....	59
Resim 8: Berko's fractal painting	62
Resim 9: E. Berko, "Kadmiyum Portakalı", 1996 Ahşap Üzerine Yağlıboya, 12,92 x 91,44 cm (sağ).....	62
Resim 10: Edward Berko, "Gece'nin Gölgesi", 1999, Ahşap Üzerine Yağlıboya, 182,88 x 91,44 cm.....	62
Resim 11: "Sarı İlkbahar", 1991, Ahşap Üzerine Yağlıboya, 121,92 x 91,44 cm	63
Resim 12: J. P. Agosti, "Orphee", 1994, Kağıt Üzerine Suluboya, 200 x 200 cm.....	64
Resim 13: J. P. Agosti, Orfeus'un Mekanı "Geçit", 1994, Kağıt üzerine suluboya (sol).....	65
Resim 14: J. P. Agosti, "Hiyeroglif Bahçe", 1998, kağıt üzerine suluboya, 152 x 105 cm (sağ).....	65
Resim 15: "Sosyal Kültür Sinirsel Ağı", 1997, 120 x 120 cm (sol).....	66
Resim 16: "Fractal İnsan", 1999 (sağ).....	66
Resim 17: "Renkli Stor", Tuval üzerine akrilik, 121,92 x 121,92 cm (sol).....	69
Resim 18: "Beni Yanlış Anlama", 1998, Tuval üzerine akrilik, 91,44 x 60,96 cm (sağ).....	69
Resim 19: "Geçen Gölge", 1999, Tuval üzerine akrilik, 243,84 x 304,8 cm	70
Resim 20: "Tören Geçişi", 1999 Tuval üzerine yağlıboya ve emaye, 50,8 x 106,63 cm (sol).....	69
Resim 21: "Aziz Yuhanna'nın St. John Vahileri", 1997, Tuval üzerine yağlıboya, 142,24 x 142,24 cm.....	71
Resim 22: Jackson Pollock's "Nubber 3", 1949: Tiger (sağ).....	73
Resim 23: "Mavi ve Sarı ile Kompozisyon", 1935 (sol).....	74
Resim 23: "Mavi ve Sarı ile Kompozisyon", 1935 (sağ).....	74

FOTOĞRAFLAR LİSTESİ

Fotoğraf 1: Kar Tanesi.....	18
Fotoğraf 2: Kan Damarları.....	18
Fotoğraf 3: Ağaç Dalları	19
Fotoğraf 4: Mısır'ın Uzaydan Fotoğrafı	19
Fotoğraf 5 “Bilyalar Nehri”, 1998, Fotoğraf, 167,64 x 60,96 cm (Sol)	68
Fotoğraf 6 “Bilyalar Nehri Yeniay, Sarmaşık”, 1998, Fotoğraf, 167,64 x 60,96 cm (Sağ).....	68
Fotoğraf 7: “Beş Platonik Hacim”, 1989, bronz, 87,63 x 139,7x 139,7 cm.....	75
Fotoğraf 8: “Pangea”, 1990, 195,58 x 195,58 x 195,58 cm.....	76
Fotoğraf 9: “Antrofomorfizm”, 1990, 365,76 x 109,22 x 6,35 cm.....	77
Fotoğraf 10: Plus/Minus, 35,56 x 55,88 x 3,175 cm, 1988	78

GİRİŞ

Bu çalışmada, geometri ve optikten kaynaklanan Bilimsel perspektiften ve son yirmi beş yıldır matematikçi Benoit Mandelbrot tarafından ortaya atılan fraktal kavramından bu yana perspektifin değişim sürecinin Plastik Sanatlar üzerindeki etkilerini incelenmeye çalışılmıştır.

Latince bir sözcük olan kırık ve düzensiz nesnelere için kullanılan fraktal kavramı, Öklid geometrisinden farklı olarak fraktal geometri ile karşı karşıya gelmektedir. 19. yüzyıl sonlarından 20. yüzyıl başlarına kadar, Öklid geometriden Öklid olmayan n-boyutlu geometriye geçiş yani platonik hacimlerden fraktallere geçiş paradigmasının plastik sanatlara etkilerine yer verilmiştir.

Geçmişten günümüze Plastik Sanatlarda, sanatçılar tarafından uygulanan sanat eserlerinin fraktal kavramıyla ilişkisine yönelik bir çalışmadır. Geometrinin ve perspektifin sanatla olan ilişkisi ve sanat eserlerinde, oluşan yeni geometri kavramının sanatla ilişkisine değinilmiştir. Araştırma sürecinde, fraktalin kavram olarak Plastik Sanatlardaki uygulamalarından bahsedilmiş, kaynak seçimi de bu yönde olmuştur.

Birinci bölümde fraktal kavramının tanımına ve fraktalin tarihçesi içerisinde matematiksel bir terim olmasından kaynaklı, geometrik boyutlardan bahsedilmiştir. Fraktal ile ilişkisinden kaynaklı fraktal boyutların ve platonik hacimlerin açıklamaları yapılmıştır.

İkinci bölümde geometriden kaynaklı perspektifin Rönesans döneminden bu yana Plastik Sanatlar üzerindeki etkilerinin ve fraktal geometriden kaynaklı fraktal kavramının sanat eserlerinde bilinçli ve bilinçsiz kullanımlarından söz edilmiştir. Fraktal sanattan bahsedilmiş ve fraktal sanatçıların çalışmalarına yer verilmiştir.

I. BÖLÜM: FRAKTAL GEOMETRİ (KAOS ESTETİĞİ)

I.1 FRAKTALİN KAVRAMI NEDİR?

Fraktallerin yapısı ve özellikleri Polonya doğumlu matematikçi Mandelbrot tarafından Latince’deki kırılma (parçalı olma) sözcüğüyle tanımlanmaktadır. Bu parçacıklar kırıklı ve düzensiz şekiller anlamına da gelmektedir.¹

21. yüzyıl karmaşıklık çağı olarak adlandırılıyor olabilir. Bu dönem düzen ve düzensizlik ile ilgili metafor şekiller değişen kavramlar ve düzensizlikle baş etme çabasını kapsayan bir dönemdir. İster bilim adamı ister sosyolog ister sanatçı olsun insanlar, düzensiz olan şeylerin ulaştığı akışkanlar², akıldışı olan şeyler ve sanat yaratıcılığındaki yeni bir paradigmanın temel taşları olarak görülen düşünceler arasındaki şeylere yönelmektedirler.³

Öncelikle geniş, kaba bir tanım olarak fraktal çok çeşitli yapı üzerinde detaylandırılmış bir oluşuma sahip olan geometrik bir formdur. Bir dağın kayalık eğimlerini bulutun yumuşak puf benzeri dış hatlarını düşündüğümüzde bunların fiziksel nesnelere olduğunu kavrarız. Buna göre fraktal matematiksel bir kavramdır. Tıpkı kürenin Dünya’nın şekliyle yine spiralin bir salyangoz kabuğunun şekliyle ilişkili olması gibi fraktal gerçek dünyayla birebir ilişkilidir. Bir matematiksel fraktal kayaların ve bulutların karmaşıklığını idealize eder. Başka bir deyişle tüm süreçler üzerinde detaylı bir yapı oluşturur.

Otuz yıl önce hiç kimse fraktalları duymamıştı. Bu kavram epeydir mevcut olsa da yaklaşık 1975’e kadar adı konmamıştı. Günümüzde ise hemen herkes fraktallar ile ilgili bir şeyler duymuştur ve olasılıkla kelimenin çağrıştırdığı karmaşık bilgisayar imgeleri önemli birkaç şekil ile evin içinde her hangi bir yerde bir poster ya da t-shirt üzerinde görülebilmektedir. Oysa fraktalların önemi mevcut görsel çekiciliklerinin çok ötesindedir. Onları günümüz bilimsel araştırmalarında bu denli yararlı kılan şey doğanın modellenmesinde tamamen yeni yollar ve imkanlara zemin hazırlamasıdır. Fraktaller bilim adamlarına ‘düzensiz’, aralıklı kesintili, karmaşık

¹ Miroslav M. Novak, **Thinking in Patterns, Fraktals and Related Phenomena in Nature**, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. UK. , 2004, 177 s.

² Platonik hacimlerin sürekli devinimi

³ Susan Condé, **The Fractal Artist**, The Mit Press, U.A.S. , 2014, 3 s.

olarak tanımlanan yapılar ve süreçleri anlamalarını sağlayacak güçlü bir sistem sağlamaktadırlar.⁴

Ian Stewart⁵ : ‘Fraktallar çarpıcı görsel efektler oluşturmanın ötesinde özellik taşırlar-fraktallar doğanın modellendirmesine yönelik yeni yollara zemin hazırlayarak bizim düzensiz kaba ve karmaşık gibi terimleri somutlamamızı (somuta indirgememizi) sağlarlar.’ der. Kendisiyle ilgili bölüm matematik geleneklerin kapsamı dâhilinde ve ticari uygulamaları açısından fraktal geometriye olan teknik dışı bir giriş sağlamada konunun uzmanı olmayan okuyucuya kolaylık sağlar.

Ian Stewart hem fraktal boyut gibi kavramların nasıl uzun ve detaylı bir tarihe sahip olduğunu açıklamakla birlikte aynı zamanda Mandelbrot’un teori ve uygulamayı birleştirerek konuya nasıl sistematik bir uygulama getirdiğini açıklamaktadır. Stewart’a göre, Mandelbrot’un fraktal geometriye en önemli katkısı bir konunun olduğunun anlaşılmasıdır.⁶

Gözlerimiz fraktal nesnelerin ayırt edici bir niteliğe ve yapıya sahip olduğu, düzensiz ya da geliş güzel olmadığı gerçeğine açıldığına Evren’in fraktallar ile ilgili olduğu daha iyi anlaşılır. Nitekim fraktallar bizlere karmaşa ile düzensizliği karıştırmamamız gerektiğini öğretir. Dolayısıyla gözlerimizi yeni olasılıklara açmış olurlar. Fraktallar, günümüzde bilimin yeni yeni keşfetmeye çalıştığı, tamamen yeni bir matematik modelleme sistemini temsil etmektedirler.

Doğa ve bilim gibi önde gelen bilimsel dergileri karıştırdığımızda fraktallerin çok çeşitli alanlarda bilimsel modellemeyle ilgili standart bir teknik haline geldiği görülecektir.⁷

Evren’in fraktal bir görünümünü dikkate aldığımızda suda, ağaçlarda, sanatta, insan bedeninde ve dünya çapındaki internette işlenen konularda hemen her yerde fraktalin kanıtları görülmektedir.⁸

Bire bir boyutlarıyla ne kadar büyütülürse büyütülsün sonunda giderek bir çizgi ya da bir düzlem gibi düzleşerek basit bir şekle dönüşür. Matematiksel nesnelere

⁴ Ian Stewart, Sir Arthur C. Clarke, Benoît Mandelbrot, Michael and Louisa Barnsley, Will Rood, Gary Flake and David Pennock and Nigel Lesmoir-Gordon, **The Colours of infinity, The Beauty and Power of Fractals**, U.K. , 2010, 4 s.

⁵ Detaylı bilgi için bkz. ([http://en.wikipedia.org/wiki/Ian_Stewart_\(mathematician\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Ian_Stewart_(mathematician)))

⁶ Ian Stewart, Sir Arthur C. Clarke, Benoît Mandelbrot, Michael and Louisa Barnsley, Will Rood, Gary Flake and David Pennock and Nigel Lesmoir-Gordon, **The Colours of infinity, The Beauty and Power of Fractals**, U.K. , 2010, 1 s.

⁷ a.g.e. , 5 s.

⁸ a.g.e. , giriş

gerçek Dünya'nın belirli özelliklerinin idealize edilmiş modelleridir. Bunlar; gerçek şeyler değildir ve dolayısıyla dünyamız bile ekvatorunda orta kısmı şişkin mükemmel bir küredir. Mükemmel elips yapısı olmadığı halde bütün astronomi ve yer bilimi ders kitapları Dünya'yı mükemmel bir küre model olarak görürler: Üzerindeki dağ sıraları kaba bir yüzey oluşturmakta ve mevcut matematik ideali sonsuz düzgünlüğünün dışında kalmaktadır. Bununla birlikte yerküreye özgü bu tip düzensizlik bile bilim adamlarının yeryüzünün bir küre olarak modelleme çabalarını engellememektedir. Nitekim pek çok amaca yönelik olarak model olan bir kürenin büyük avantajı gerçek gezegenin karmaşıklıklarını tam olarak yansıtmamasıdır. Aksi takdirde her trafik ışığı kapı eşiği mükemmel bir detayla yerleşmiş canlılarıyla New York ile aynı boyutta olan bir New York haritası işe yaramazdı.

Kuşkusuz bir harita gerçek toprak özelliğinden daha basit olmalıdır. Çizilen modeller ya da tasarlanan şeyler belirli amaçlara uygun olarak düşünülür. Eğer amaç, dağ oluşturucu şeyi anlamak olursa, bu durumda yeryüzünün düzgün geometrik bir küre olduğunu varsaymak anlamsız olur. Oysa amaç Güneş sisteminin uzun vadeli davranışı ise bu durumda bir küre tamamen uygun olur ve yeryüzünün çapı sıfır olarak düşünüldüğünde fiziksel gerçeklikten çok daha ötede bir nokta kütle işimize daha çok yarar. Aynı şekilde matematik bir fraktal içerik olarak ayrıntılı bir yapıya sahiptir. Bu yapı öylesine detaylı ve düzgündür ki alt bölümlere ayrılarak atomlara ulaşılır. Bu noktada evren düzgün ve uzak olmak yerine kabarık kabarık özellikler gösterir bu da mantıksızdır. Gerçek Dünya ile olan bu farklılık fraktalleri yararsız ya da konuyla ilişkisiz kılmaz. Küre ve haritaya gelince burada önemli olan şey modelin gerçekliği yansıtmama düzeyidir. Yoksa gerçekliği kopyalama düzeyi değildir.

Fraktal 'düzensiz', aralıklı, kesik kesik, kaba ve karmaşık gibi terimlerin sayısallaştırılmasını mümkün kılar.' Ne kadar kaba ?'1,59 kadar kaba mı? Yoksa 2,71 kadar kaba mı? Fraktal geometri, bu tip ifadelerle bir anlam yükler ve bunların deneylerle test edilmesini sağlar. Matematik her fraktal ile ilgili olarak fraktal boyut diye adlandırılan bir sayı değeri sağlar. Bu boyut diğer şeylerin (özelliklerin) yanında fraktalin ölçeklenme (2 boyutlu, 3 boyutlu boyut oranları değişmeden giderek küçülen giderek büyüyen) özelliklerini yansıtır. Geleneksel düz eğriler çoğu matematik fiziğin ve uygulamalı fiziğin yüzeylerinden farklı olarak bir fraktalin

boyutu bütün bir sayı olmamalıdır (kesirli sayı olmalıdır). Örneğin;1,59 ya da 2,71gibi.⁹

Fraktalların geçmişi yüzyıllar öncesine başka değişle matematikçilerin klasik geometride açıklanan şekillerden tamamen farklı olan yeni tip eğri ve yüzeylerle ilgili düşünüp yorum yapmaya başladığı döneme kadar uzanmaktadır. Bildiğimiz klasik şekiller; çizgi, düzlem, koni, küre, eğri ve yüzeylerden ibarettir ve bu açıdan zaman zaman görülen kenar ya da köşe gibi yapılar dışında bu eğri ve yüzeyler geometrik anlamda düzgün ve dengelidir.

Düzlük işlev olarak bu geometrik biçimlerin hiçbir ilginç küçük ölçekli bir yapıya sahip olmadıkları anlamına gelmektedir: Cisimler yeterince mikroskop altında büyütüldüğünde düzgün ve özelliksiz gözüktürler. Küçük ölçeklerde yapının bu şekilde var olmaması klasik sınırlandırıcı analiz için hayati önem taşır. Newton ve Leibniz'e kadar uzanan bir geçmişi olan matematiğin yöntemleri açısından da önemlidir.¹⁰

I.2 FRAKTALİN TARİHÇESİ

Günümüzde, fraktal geometri pek çok karmaşık fenomeni açıklamakta kullanılmaktadır. Türbülansın anlaşılmasında fraktallar büyük önem taşıyorlar; sadece nasıl oluştuğunu değil, türbülansın hareketini de fraktallar sayesinde anlıyoruz.

Gittikçe küçülen parçalara bölünebildiklerini hesaba katarsak kan damarları da fraktal olarak kabul edilebilir.

Depremler de öyledir. Depremlerin dağılımı matematiksel bir düzene oturur. Bu düzeni jeologlar bulmuş ve fraktal olarak tanımlamıştır. Aynı zamanda bir metalin yüzeyinin fraktal boyutu, bize onun dayanıklılığı hakkında çok şey söyler.

⁹ a.g.e. , 4 s.

¹⁰a.g.e. , 6 s.

Dünya üzerinde milyonlarca insan Star Wars¹¹ üçlemesini izlerken-farkında olmadan-fraktal matematiği seyretmiştir. Hatta fraktallar filmlerdeki bütün özel efektlerin oldukça önemli bir parçasıdır.¹²

Doğa bize, Ay'ın tekerlek şeklindeki görüntüsü, ufuk çizgisi, bir gölün dümdüz yüzeyi, yumurta ve bir gezegenin yörüngesi gibi basit olarak nitelendirdiğimiz şekiller sunmaktadır.

Geometri bilginleri bunlarla uğraşmaktadır ve amaçları bu formları betimleyip analiz ederek karakteristik özelliklerini ortaya çıkarmak; böylece yaptıkları tanımlamaları iletebilmek için bunları kodlamak ve model oluşturmaktır. Ne var ki sadece düzenlilik arz edenleri betimleyebilmektedirler.

Peki ya dalgalar, dağlar, kayalar, bulutlar, kışın yaprakları dökülmüş çıplak ağaçlar ne olacaktır?

Yetmişli yıllarda matematikçi Benoit Mandelbrot, bu düzensiz formları analiz etmeye olanak veren yöntemleri bir kavram halinde derleyip toplama girişiminde bulundu, böylece ünlü **fraktal**¹³ terimini ilk defa hayatımıza sokmuş oldu.¹⁴

Fraktal deyiimi Mandelbrot tarafından ilk kez kullanılmış olsa da konunun kavramlarının pek çoğu özellikle de fraktal boyut uzun bir tarihselliğe sahiptir. Mandelbrot'un bu konuya katkıları sayısız olsa da en önemlisi bir konunun olduğunun anlaşılmasıdır. Nitekim bir geometrik şeklin fraktal boyutu ile genel bilinen topolojik anlamda matematik boyutu arasındaki fark, bu fraktalin ne kadar kaba (pürüzlü) olduğuyla ilgili nicel ya da sayısal bir ölçütünü sağlar. Fraktal ile ilgili bir kavram 1975'te Mandelbrot'un bilimsel ağırlığına değer katmış ve 1977 tarihli formu, şans (olasılık) ve boyut adlı kitabında geliştirilmiştir. 1982 'de doğanın fraktal geometrisi adlı çalışmayla ikinci ve gözden geçirilmiş edisyonu yayınlanmıştır. Fraktal deyiimi Mandelbrot tarafından tanıtılmış olsa da konunun özellikle fraktal boyutu gibi pek çok özelliği uzun bir geçmişe sahiptir. Matematikçiler geçmişte Mandelbrot'tan çok önce entegral (integral) olmayan

¹¹ Detaylı bilgi için bkz.

http://tr.wikipedia.org/wiki/Y%C4%B1ld%C4%B1z_Sava%C5%9Flar%C4%B1

¹² Ziauddin Sardar-Iwona Abrams; **Kaos**, Çev: Deniz Guliyeva, ntv yayınları, 2.Basım, İstanbul, 2011 38-39 s.

¹³ Prof. Dr. H. Hilmi Hacısalihoğlu, Prof. Dr. Akif Hacıyev, Prof. Dr. Varga Kalantarov, Prof. Dr. Arif Sabuncuoğlu, Doç. Dr. Lawrence M. Brown, Doç. Dr. Ertan İbikli, MSc Sevim Brown, **Matematik Terimleri Sözlüğü**, Türk Dil Kurumu Yayınları, İstanbul, 2009, 145 s.

¹⁴ Prof. Dr. H. Hilmi Hacısalihoğlu, Araş. Gör. Nergiz Yaz, A. Ü. Fen Fakültesi Matematik Bölümü, **Fraktal Geometri I**, Ankara, 2005, 149-150 s.

boyutun boşlukları konusunda çalışmalar yapmıştır. Bilim adamları doğal olaylarda ve olgularda öz-benzerlik ve ölçeklendirme boyutlandırma yasalarını gözlemlemişlerdir. Öte yandan teori ve uygulamayı birleştiren sistematik bir yaklaşım mevcut değildir.¹⁵

Matematikte fraktal herhangi bir küçültme ya da büyütme şeklinde yapı olarak karmaşık ve detaylı olan bir geometrik biçim ya da şekildir. Fraktal sözcüğü otuz yıl önce geometrinin bu yeni alanının temelini oluşturan kavramları ilk kez sunup açıklayan doğanın fraktal geometrisi adlı çalışmasında tarihin en yaratıcı kişisi ve matematikçisi olan Benoit Mandelbrot tarafından kullanılmıştır. George Cantor (1845-1918), Felix Hausdorff (1868-1942), Gaston Julia (1893-1978), Helge von Koch (1870-1924), Giuseppe Peano (1858-1932), Lewis Richardson (1891- 1953), Waclaw Sierpinski (1882-1969) gibi matematikçi düşünürler fraktal bilginin gizli alanlarına girebilmelerine karşı, bu tür düşünceler Mandelbrot'un dehası ağırlığını koyuncaya kadar tamamen göz ardı ediliyordu. Fraktal geometri mühendislik, fizik, kimya, biyoloji ve mimari gibi farklı alanlarda kullanılmaktadır.¹⁶

Fraktal geometri, geleneksel Öklid geometrisinden köklü şekilde ayrılan modern matematik kuramıdır. Bu kuramda, ölçek olarak simetrik ya da birbirine benzer ya da aynı diyebileceğimiz nesnelere tanımlanmaktadır. Başka deyişle bu tür nesnelere büyüteçle büyütüldüğünde mevcut parçaları bütüne birebir tam benzeyen şeyler olarak görünür. Bu özellik iç içe parçaların parçaları şeklinde sonsuza kadar devam eder. Bu parçalara fraktal adı verilir ve nesnenin açıklanabileceği her boyutta kaba testere kenarlı özelliklerini devam ettirirler.¹⁷

Fraktallerin yapısı ve özellikleri Polonya doğumlu matematikçi Mandelbrot tarafından Latince' deki kırılma (parçalı olma) sözcüğüyle tanımlanmaktadır. Bu parçacıklar kırıklı ve düzensiz şekiller anlamına da gelmektedir.¹⁸

Temelleri, Poincare'nin¹⁹ özellikle de Uzay Mekaniğinde olmak üzere yüzyıl başlarında gerçekleştirdiği çalışmalara dayanan Dinamik Sistemler Teorisi'nin

¹⁵ Ian Stewart, Sir Arthur C. Clarke, Benoît Mandelbrot, Michael and Louisa Barnsley, Will Rood, Gary Flake and David Pennock and Nigel Lesmoir-Gordon, **The Colours of infinity**, The Beauty and Power of Fractals, U. K. , 2010, 5 s.

¹⁶ Miroslav M. Novak, **Thinking in Patterns**, Fraktals and Related Phenomena in Nature, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. UK. , 2004, 177 s.

¹⁷ a.g.e. , 177 s

¹⁸ a.g.e. , 177 s

¹⁹ Detaylı bilgi için bkz. (http://tr.wikipedia.org/wiki/Henri_Poincar%C3%A9)

başlıca amacı, temel evrim yasası olarak bilinen sistemin uzun vadedeki evrimini önceden göstermektir: Gezegenlerin pozisyonu, meteoroloji, bir nüfusun büyüklüğü, kimyasal bileşim gibi...

Bu tür yapıları veya esas itibariyle değişen olayları tanımlamak için yineleme ya da tekrarlama adı verilen bir matematik yöntemine başvurulur.²⁰

.Pickover'a²¹ göre fraktala zemin oluşturan matematik 17. yüzyılda matematikçi ve filozof Leibniz kendini tekrar eden öz-benzerliği (self-similarity) incelerken şekillenmeye başladı. Leibniz notlarında “fraksiyonel üsler”²² terimini kullandı, ama geometrinin daha bunlardan haberdar olmamasından yakındı. Bu yüzden, ancak iki yüzyıl geçtikten sonra 1872’de Karl Weierstrass fraktal diye tanımlanabilecek ilk grafik ve fonksiyonu tanımladı.²³

Örneğin, on sekizinci ve on dokuzuncu yüzyıllarda herhangi bir kesintisiz eğrinin eninde sonunda ya da son tahlilde iyi tanımlanmış, belirgin bir tanjantı olacağı başka değişle herhangi bir kesintisiz olarak değişen miktarın mutlaka belirgin bir değişim oranı içereceği genel olarak varsayıyordu. Bunun tek istisnası köşeler idi. Zira köşelerde eğri keskin bir yön değiştirme gösterir. Öte yandan 1872’de Berlin Akademisi’ndeki bir konferansta Karl Weierstrass²⁴ yukarıdaki ifadenin doğru olmadığını kanıtlamıştır. Gerçekten de bu yaklaşım olabildiğince hatalıdır. Weierstrass, kesintisiz ya da devamlı olan tanjantın iyi tanımlanmadığı belirlenmediği hiçbir noktayı içermeyen bir eğri kümesi ya da grubunu tanımlamıştır. Buradaki temel düşünce sonsuz şekilde sayısız ya da pek çok giderek küçük kıvrımları ekleyip bir araya getirmektir. Ortaya çıkan eğri kesintisiz ya da devamlıdır. Hiçbir boşluk içermez ama o kadar hızlı şekilde kıvrılarak ilerler ki bir tanjantı oluşturmanın yolu mümkün değildir.²⁵

²⁰ Prof. Dr. H. Hilmi Hacısalıhoğlu, Araş. Gör. Nergiz Yaz, A. Ü. Fen Fakültesi Matematik Bölümü, **Fraktal Geometri I**, Ankara, 2005, 158 s.

²¹ Detaylı bilgi için bkz. (http://en.wikipedia.org/wiki/Clifford_A._Pickover)

²² Detaylı bilgi için bkz.

(http://tr.wikipedia.org/wiki/Fraksiyonel_fourier_d%C3%B6n%C3%BC%C5%9F%C3%BCm%C3%BC)

²³ Rıdvan ÖRSVURAN, **Topografyanın Fraktal Özellikleri**, Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 2013, 1 s.

²⁴ Detaylı bilgi için bkz. (http://tr.wikipedia.org/wiki/Karl_Weierstrass)

²⁵ Ian Stewart, Sir Arthur C. Clarke, Benoît Mandelbrot, Michael and Louisa Barnsley, Will Rood, Gary Flake and David Pennock and Nigel Lesmoir-Gordon, **The Colours of infinity**, The Beauty and Power of Fractals, U. K. , 2010, 6 s.

Karl Weierstrass sürekli fakat hiçbir noktada diferensiyellenebilemeyen, yani köşe noktalarından oluşan bir eğri üzerindeki değişimleri araştırırken, hiçbir noktada değişme oranının bulunamayacağı kanaati ile sarsılmıştır. Fraktal kelimesini Weierstrass bu cins eğriler için ilk defa kullanmıştır.²⁶

Gerçekten, çeşitli tarihsel kaynaklara göre, bu noktadan sonra birkaç matematikçi bu sorunlarla uğraştı ve bu çalışmalar bazen ‘matematiksel canavar’²⁷ adı verilen bu yeni yeni ortaya çıkmaya başlayan fikirlere karşı direniş yüzünden yaygınlaşmadı.²⁸

Fraktalların tarihi gelişiminde Cantor, Sierpinski, Von Koch, Peano gibi matematikçiler tarafından oluşturulan fraktallar matematiksel canavarlar olarak adlandırılırlar.²⁹

Fraktallar Öklid geometrik şekillerine meydan okuyan karmaşık şekilleri tanımlamada kullanılabilir. Ayrıca, karnabahar, zencefil, bulut, sıradağlar, kıyı çizgisi gibi doğal olay ve nesnelere görülen çeşitli büyüme yapısı ve şekillerini yeniden yaratmada kullanılabilir. Karmaşık fraktallar bir ve iki arasında değişen fraktal boyutlarına göre sınıflandırılır. Eğer 1 boyutlu olsalardı herhangi iki nokta arasındaki uzunluk sonlu olacaktı, fakat kendine benzeme özelliği nedeniyle herhangi iki noktası arasında sürekli olarak kendini tekrar edeceğinden ötürü, fraktal bir kesit sonsuzdur.³⁰

Matematik anlamda ilk çalışılan fraktal Kantor Cümlesi (Cantor Set) dir.³¹

Açıkçası bir Kantor Cümlesini oluşturmak için bir çizgi parçasıyla yola çıkılır. Ortadaki üçüncüyü çıkarıp boyutun her bir 1/3’lük değerdeki 3 parça elde edilir ve bu sonsuza kadar tekrar edilir. Geriye Kantor Cümlesi kalır. İlk aşamadan sonra her biri bütünü 1/3 boyutta olan iki ayrı Kantor Kümesi elde ettiğimiz açıktır. Buna göre Kantor Kümesi elde edilen bu iki alt kümenin birleştirilmesiyle elde edilir.

²⁶ Prof. Dr. H. Hilmi Hacısalihoğlu, Araş. Gör. Nergiz Yaz, A. Ü. Fen Fakültesi Matematik Bölümü, **Fraktal Geometri I**, Ankara, 2005, 1 s.

²⁷ Cantor, Sierpinski, Von Koch, Peano

²⁸ Rıdvan ÖRSVURAN, **Topografyanın Fraktal Özellikleri**, Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 2013, 1 s.

²⁹ Prof. Dr. H. Hilmi Hacısalihoğlu, Araş. Gör. Nergiz Yaz, A. Ü. Fen Fakültesi Matematik Bölümü, **Fraktal Geometri I**, Ankara, 2005, 2 s.

³⁰ Theoni Pappas, **Matematik Hayattır**, çev: Güliz Akçasoy, Doruk yay. , İstanbul, 2013, 80 s.

³¹ Prof. Dr. H. Hilmi Hacısalihoğlu, Araş. Gör. Nergiz Yaz, A. Ü. Fen Fakültesi Matematik Bölümü, **Fraktal Geometri I**, Ankara, 2005, 1 s.

Başka değişle Kantor Kümesi her biri $n=3$ gibi bir büyüklük olarak $N=2$ gibi iki parçaya ayrılabilir.³²

Kantor cümlesinin, matematiğin pek çok alanında özellikle Kaotik Dinamik Sistemlerde³³ önemli rol oynadığı ve pek çok fraktal (Julia cümleleri gibi) için de gerekli bir model olduğu görülmektedir.³⁴ (bkz. Şekil 1)³⁵



Şekil 1: Kantor Cümlesi

Julia cümleleri, Formülle Tekrarlama Metodu'yla elde edilen meşhur Fraktallardandır. Bunlar Gaston Julia tarafından 20. yüzyılın başlarında bulunmuştur, ama bunların gerçek analizi ancak bilgisayarlar ortaya çıktıktan sonra mümkün olmuştur. Diğer Formülle Tekrarlama Metodu ile elde edilen fraktallar gibi Julia cümleleri de çok basit formül kullanılmasına rağmen çok karmaşık olabilirler.³⁶ (Şekil 2)³⁷

³² Ian Stewart, Sir Arthur C. Clarke, Benoît Mandelbrot, Michael and Louisa Barnsley, Will Rood, Gary Flake and David Pennock and Nigel Lesmoir-Gordon, **The Colours of infinity, The Beauty and Power of Fractals**, U. K. , 2010, 12 s.

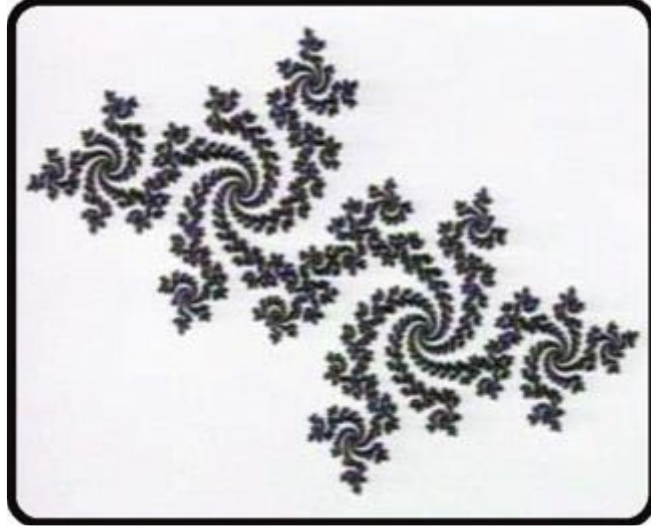
³³ Başlangıç şartlarına hassas bağıllık gösteren ve ölçülemeyecek karmaşıklıkta sistemler.

³⁴ Prof. Dr. H. Hilmi Hacısalihoğlu, Araş. Gör. Nergiz Yaz, A. Ü. Fen Fakültesi Matematik Bölümü, **Fraktal Geometri I**, Ankara, 2005, 1-2 s.

³⁵ Rıdvan ÖRSVURAN, **Topografyanın Fraktal Özellikleri**, Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 2013, 1 s.

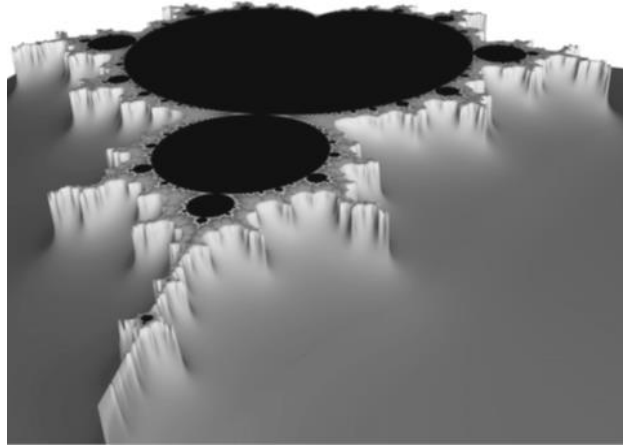
³⁶ Prof. Dr. H. Hilmi Hacısalihoğlu, Araş. Gör. Nergiz Yaz, A. Ü. Fen Fakültesi Matematik Bölümü, **Fraktal Geometri I**, Ankara, 2005, 126 s.

³⁷ Lesmoir-Gordon, Nigel, **The Colours of Infinity, The Beauty and Power of Fractals**, 1988, 149 s.



Şekil 2: Julia Sets (karmaşık sayılar dinamiği)

Mandelbrot Cümleri, Formülle Tekrarlama Metodu ile üretilen bir fraktal tipidir. Kapsamı Julia cümlesine oldukça yakındır. Mandelbrot cümlesi Julia cümlesine benzer algoritma ile elde edilir.³⁸ (bkz. Şekil 3)³⁹ (bkz. Şekil 4)⁴⁰

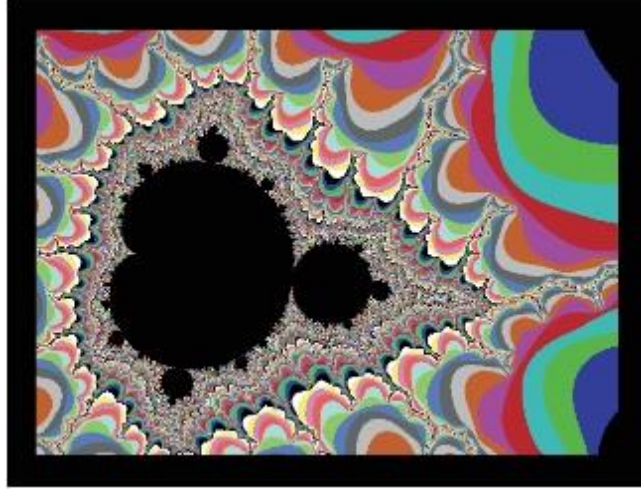


Şekil 3: Mandelbrot cümlesi

³⁸ Prof. Dr. H. Hilmi Hacısalihoğlu, Araş. Gör. Nergiz Yaz, A. Ü. Fen Fakültesi Matematik Bölümü, **Fraktal Geometri I**, Ankara, 2005, 128 s.

³⁹ Ian Stewart, Sir Arthur C. Clarke, Benoît Mandelbrot, Michael and Louisa Barnsley, Will Rood, Gary Flake and David Pennock and Nigel Lesmoir-Gordon, **The Colours of infinity, The Beauty and Power of Fractals**, U. K. , 2010, 81 s.

⁴⁰ Gilbert Helmberg, **Getting Acquainted with fractals**, Walter de Gruyter, Germany, 2007, 144 s.



Şekil 4: Mandelbrot cümlesi

Mandelbrot kümesi 1980’de, bir zamanlar Gaston Julia’nın öğrencisi olan Benoit Mandelbrot tarafından bulunmuştur.⁴¹

Mandelbrot, kesirli boyutluluğun olduğu sistemlere fraktallar ismini verdi. Alıştığımız geometri, Yunan matematikçi Öklid’in (yak. MÖ 300) kanunlarına dayanır. Öklid’in şekilleri basittir – üçgenler, kareler, daireler, dikdörtgenler. Fraktal geometri sıra dışı şekillerden oluşur.⁴²

Mandelbrot: “1975 ‘te türettiğim fraktal kelimesi, Latince kırık taş-kırık ve şekilsiz-anlamına gelen fractus kelimesine dayanır. Fraktallar, Öklid’in şekillerinin aksine düzenli değildir. Öncelikle, bütünüyle düzensizdirler. İkinci olarak, farklı ölçeklerde aynı dereceden düzensizliğe sahiptirler. Fraktal nesnelere uzaktan da yakından da baktığınızda aynı sonucu elde edersiniz-kendine benzerdir (self-similar).⁴³

Fraktal geometri her tür spekülasyonun uygulamaya galip geldiği bir alandır. Bununla birlikte pek çok bilimsel disiplin ilham kaynaklarını ve model geliştirme yöntemlerini buradan almıştır.⁴⁴

İnternette fraktallar hakkında çok fazla bilgi vardır, fakat bu bilgilerin büyük bir kısmı ya güzel resimler veya yüksek seviyeli matematiksel kavramlardır.

⁴¹ David Wells, **Geometrinin Gizli Dünyası**, çev: Selçuk Alsan, Doruk, Ankara, 215 s.

⁴² Ziauddin Sardar - Iwona Abrams; **Kaos**, Çev: Deniz Guliyeva, ntv yayınları, 2. Basım, İstanbul, 2011, 33- 34 s.

⁴³ a. g. e. , 34 s.

⁴⁴ Prof. Dr. H. Hilmi Hacısalihoğlu, Araş. Gör. Nergiz Yaz, A. Ü. Fen Fakültesi Matematik Bölümü, **Fraktal Geometri I**, Ankara, 2005, 150 s.

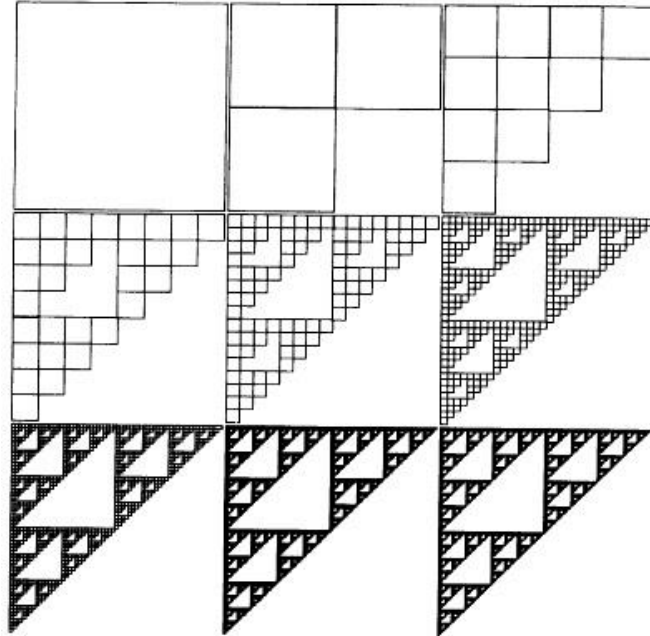
Dolayısıyla kolayca anlaşılır bir ifade ile diyebiliriz ki fraktallar tuhaf resimleri olan cisimler, matematiksel nesnelere.⁴⁵

I.3 FRAKTAL BOYUTLAR

Fraktal bir objenin matematiksel tanımlanmasında ilk adım fraktal boyut kuramıdır. Bir objenin fraktal boyutu bize o objenin çıkıntılı, kıvrımlı yapısı ve bu yapının karmaşıklığı hakkında bilgi verir.⁴⁶

I.3.1 SIERPİNSKİ ÜÇGENİ

Polonyalı matematikçi WACLAW SIERPİNSKİ (1882-1969), 1916 yılında, daha sonra kendi adıyla anılan ve Sierpinski Üçgeni veya Sierpinski Şapkası (Sierpinski Gasket) veya Sierpinski Kalburu (Sierpinski Sieve) veya Sierpinski Halısı (Sierpinski Carpet) da denen bir fraktal tanıttı.⁴⁷ (bkz. Şekil 5)⁴⁸



Şekil 5: Sierpinski Üçgeni

⁴⁵ a. g. e. , 1- 2 s.

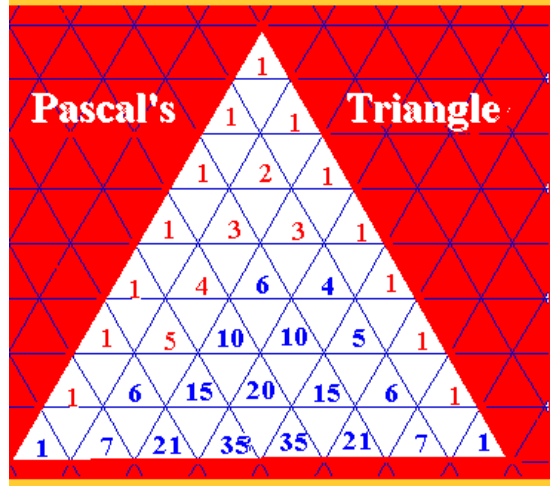
⁴⁶ a. g. e. , 153 s.

⁴⁷ a. g. e. , 3 s.

⁴⁸ Michael F. Barnsley, **Fractals everywhere**, Morgan Kaufmann, U. S. A. , 1993, 88 s.

I.3.2 SİERPİNSKI VE PASKAL

Blaise Paskal (1623-1662) büyük bir Fransız matematikçisidir. Henüz 20 yaşında iken, modern bilgisayarlara öncülük eden, tamsayıların toplamı ile ilgili on mekanik makine kurmuştur. Günümüzde Paskal Üçgeni olarak bilinen aritmetik üçgen aslında onun buluşu değildir. Avrupa'daki ilk aritmetik üçgen 1527'lerde görülmüştür. Pascal üçgeninin Çin versiyonu 1303'te yayımlanmıştır.⁴⁹ (Şekil 6)⁵⁰



Şekil 6: Sierpinski ve Paskal

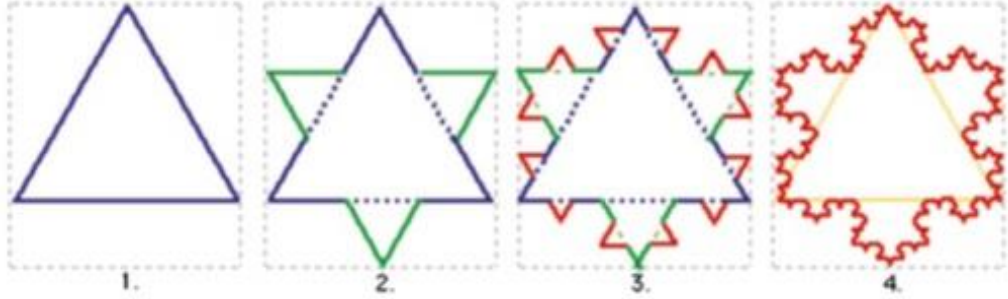
I.3.3 KOCH KARTANESİ

1906'da Helge von Koch sonlu bir ya da belli bir alanı bağlayan ya da onunla bitişen sonsuz uzunluklu bir eğri örneğini vermiştir. Bu kar tanesi kristalidir. Bu yapı, eşkenar üçgenle başlayarak ve daha küçük üçgenin her iki kenarında dikilerek oluşturulan yapıdır. Oluşan küçük üçgen büyük üçgenin $1/3$ 'üdür. Bu yapı sonsuza dek tekrarlanır. (Oranları aynı boyutları küçük ya da büyük). Weierstrass'ın eğrisinde olduğu gibi kar tanesi devamlı ya da kesintisiz olsa da tanjantı yoktur. Tüm bütünlüklere oluşan en basit ve en temel patolojik kümelerin birinin oluşumunda benzer tekrarlı bir süreç (1875'te Henry Smith tarafından biliniyor olmasına karşın) 1883'te ilk kullanan Georg Cantor adına dayanarak Cantor Kümesi oluşturulmuş

⁴⁹ Prof. Dr. H. Hilmi Hacısalihoğlu, Araş. Gör. Nergiz Yaz, A. Ü. Fen Fakültesi Matematik Bölümü, **Fraktal Geometri I**, Ankara, 2005, 6 s.

⁵⁰ (<http://math.rice.edu/~lanius/fractals/pas2.html>)

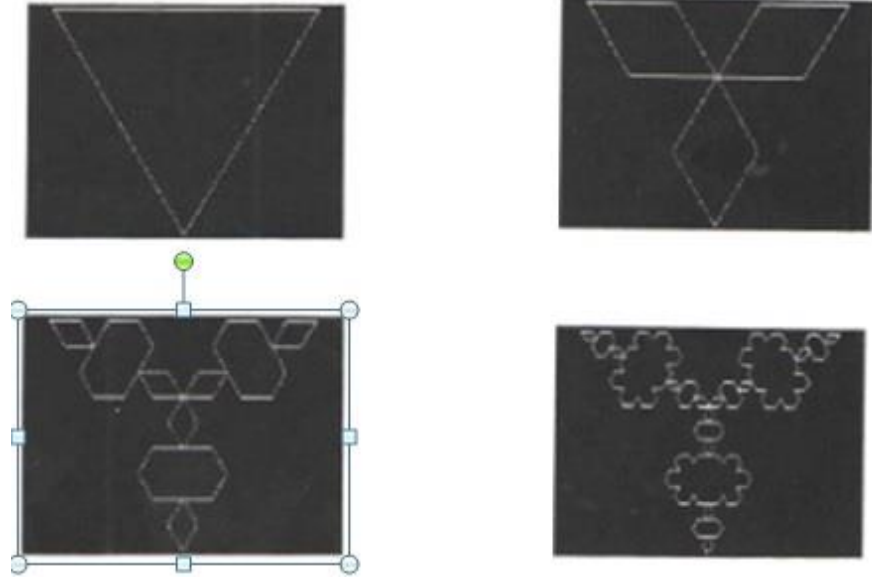
olur. Bu yapı bir intervalin (tekrar) orta üçüncü elemanının tekrarını iptalleriyle oluşturulur. ⁵¹ (bkz. Şekil 7)⁵²



Şekil 7: Koch Kartanesi

I.3.4 TERS KARTANESİ

Koch eğrisinin uzunluğu sonsuzdur. Bu bir fraktal eğridir. ⁵³ (bkz. Şekil 8)⁵⁴



Şekil 8: Ters Kartanesi

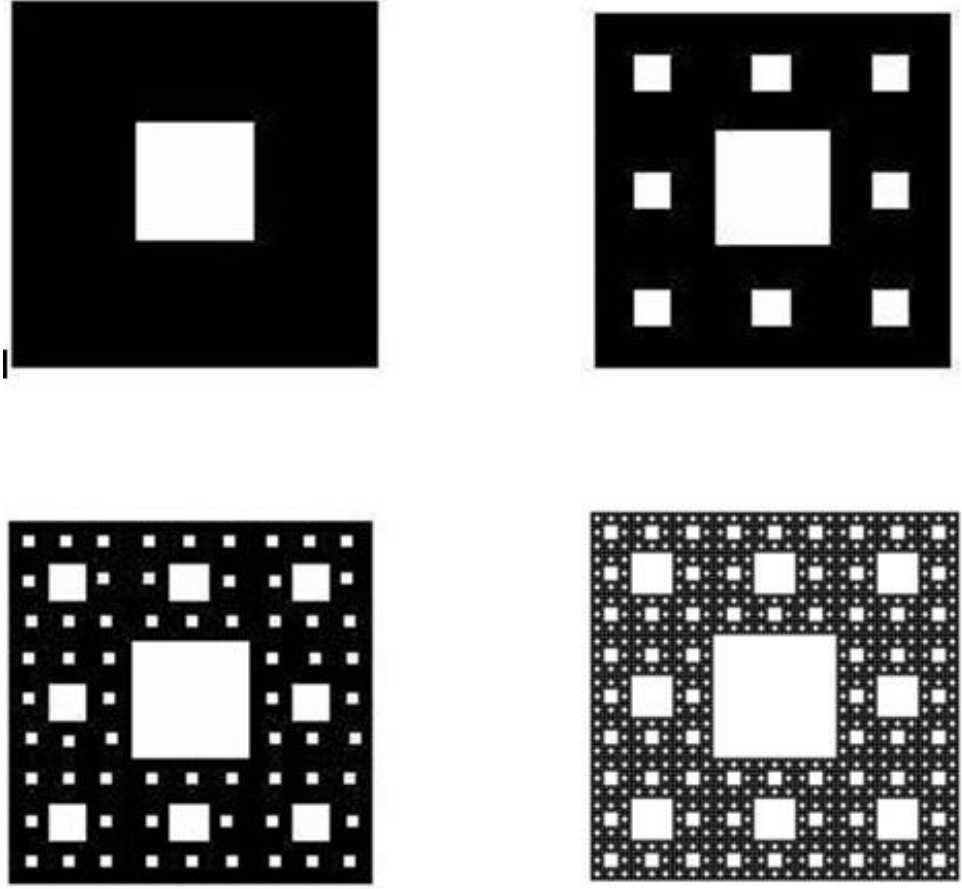
⁵¹ Ian Stewart, Sir Arthur C. Clarke, Benoît Mandelbrot, Michael and Louisa Barnsley, Will Rood, Gary Flake and David Pennock and Nigel Lesmoir - Gordon, **The Colours of infinity, The Beauty and Power of Fractals**, U. K. , 2010, 6 s.

⁵² a. g. e. , 6 s.

⁵³ David Wells, **Geometrinin Gizli Dünyası**, çev: Selçuk Alsan, Doruk, Ankara, 191 s.

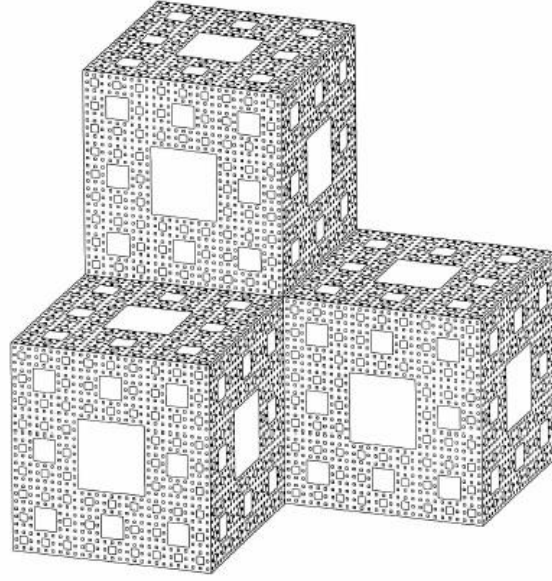
⁵⁴ Prof. Dr. H. Hilmi Hacısalihoğlu, Araş. Gör. Nergiz Yaz, A. Ü. Fen Fakültesi Matematik Bölümü, **Fraktal Geometri I**, Ankara, 2005, 13 s.

I.3.5 ÇOKGEN FRAKTAL (SİERPİNSKİ HALISI)



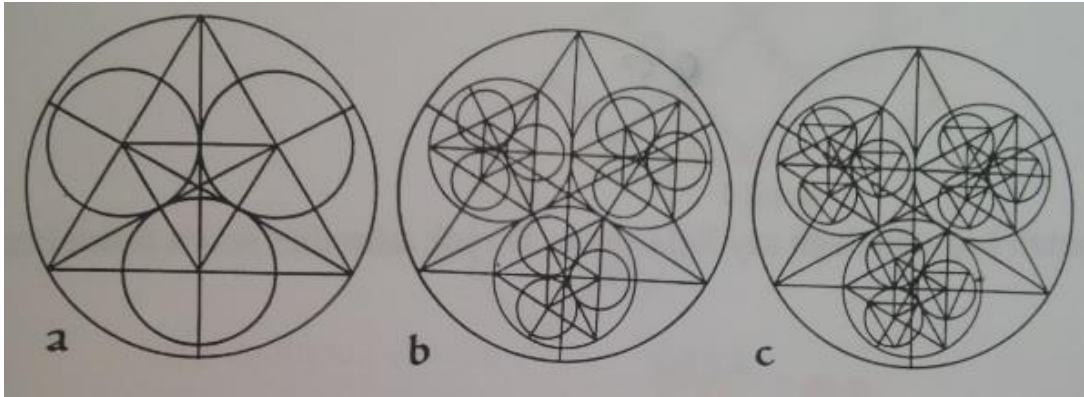
Şekil 9: Sierpinski Halısı⁵⁵

⁵⁵ a. g. e. , 6 s.



Şekil 10: Sierpinski Kübü⁵⁶

I.3.6 ÇEMBER FRAKTAL



Şekil 11: Çember Fraktal⁵⁷

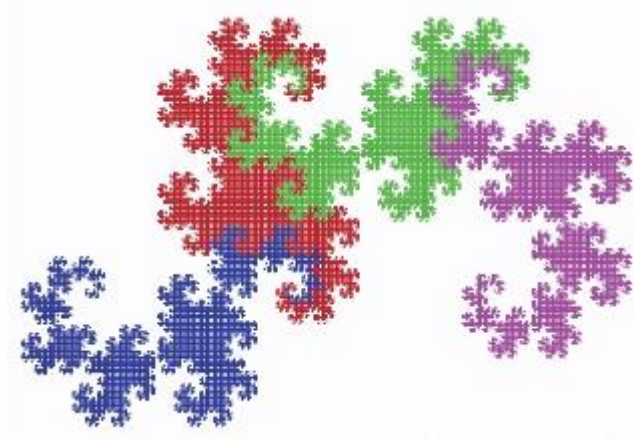
⁵⁶ Clifford. A. Pickover, **The Pattern Book: Fractals, Art , and Nature**, World Scientific Publishing Co. Pte. , Ltd. , U. S. A. , 1995, 61 s.

⁵⁷ Prof. Dr. H. Hilmi Hacısalıhoğlu, Araş. Gör. Nergiz Yaz, A. Ü. Fen Fakültesi Matematik Bölümü, **Fraktal Geometri I**, Ankara, 2005, 15 s.

I.3.7 TARIHI PARK FRAKTALI



Şekil 12: Tarihi Park Fraktali⁵⁸



Şekil 13: Tarihi Park Fraktali⁵⁹

⁵⁸ a. g. e. , 15 s.

⁵⁹ Gilbert Helmberg, **Getting Acquainted with fractals**, Walter de Gruyter, Germany, 2007, 30 s.

I.3.8 DOĞADAN FRAKTAL ÖRNEKLER

I.3.8.1 KAR TANESİ



Fotoğraf 1: Kar Tanesi⁶⁰

I.3.8.2 KAN DAMARLARI



Fotoğraf 2: Kan Damarları⁶¹

⁶⁰ (<http://onedio.com/haber/dogada-gorulen-en-hipnotize-edici-29-fraktal-234554>)

⁶¹ a. g. e.

I.3.8.3 AĞAÇ DALLARI



Fotoğraf 3: AĐaĐ Dalları⁶²

I.3.8.4 MISIR'IN UZAYDAN FOTOĞRAFI



Fotoğraf 4: Mısır'ın Uzaydan FotoĐrafı⁶³

⁶² a. g. e.

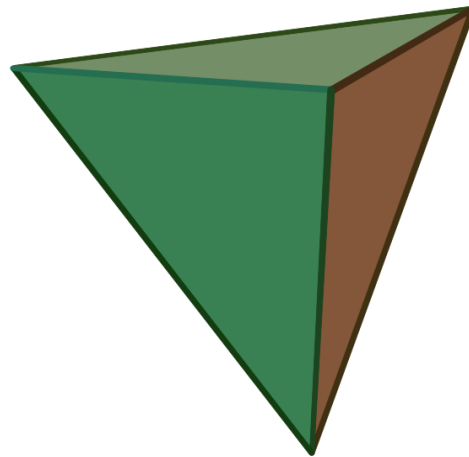
⁶³ a. g. e.

I.4 PLATONİK HACİMLER

Bir çok yüzlü, bütün yüzeyleri tek tip düzgün bir çokgenden yapılmışsa ve köşeleri çakıştırılabilir ise düzgündür. Beş tip düzgün çok yüzlü polihedron vardır; küp, düzgün dört yüzlü (tetrahedron), düzgün sekizyüzlü (oktahedron), düzgün on iki yüzlü (dodekahedron) ve düzgün yirmi yüzlü (ikozahedron).⁶⁴

Sierpinski, tetrahedron oluşturmada kullanılan tekniğe benzer bir şekilde meydana getirilen oktahedral fraktal bir nesnedir. Tetrahedron polihedronun en basit biçimi olup dört tane üçgen yüzeye dört tane de dik köşeye sahiptir. Düzenli şekliyle bu yapı beş platonik elemandan biri olup bunlar kesin kez mutlak şekilde düzenli tetrahedral yapılardır. Sierpinski tetrahedronunu oluşturmak için orijinal şeklin yerini dört benzer yarım doğrusal ölçekli tetrahedral alır. Orijinal ile aynı yönelimde bunların her biri bir dik köşeye bitişik olan ilk ya da orijinal tetrahedron içerisine yerleşmiştir. Bu işlem sürekli olarak tekrarlı ve sürekli olarak devam ettirilir. Eğer sonsuza kadar tekrarlanırsa bu durumda fraktal boyutlu tam olarak kendi kendini tekrarlayıp kopyalayan fraktal bir nesne elde edilir. Oktahedral bir fraktal benzer bir şekilde düzenli bir oktahedrondan oluşturulabilir. Bu düzenli oktahedron platonik elemanların bir diğer türü olup sekiz üçgen yüzeye ve altı köşeye sahiptir. Eğer ya da heptahedronun (altıgen) duali söz konusu ise yine burada altı yüz ve sekiz dik köşe bulunur.⁶⁵

I.4.1 DÜZGÜN DÖRT YÜZLÜ (TETRAHEDRON)

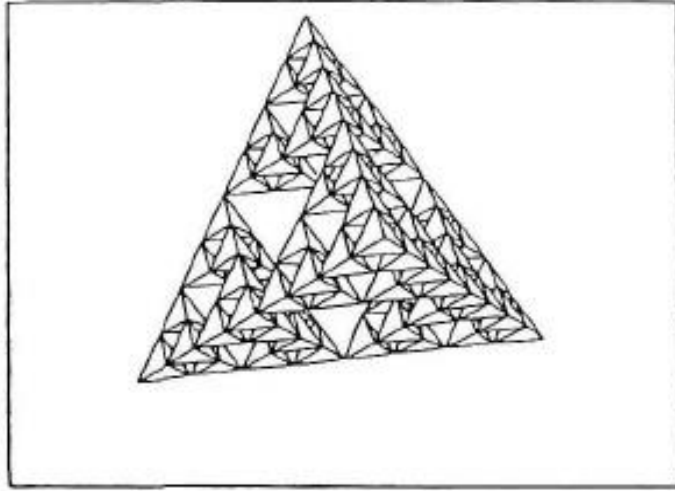


Şekil 14: Düzgün Dört Yüzlü⁶⁶

⁶⁴ David Wells, **Geometrinin Gizli Dünyası**, çev: Selçuk Alsan, Doruk, Ankara, 274 s.

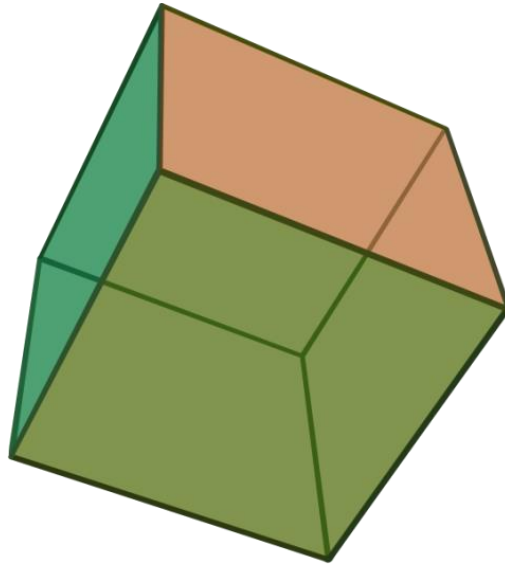
⁶⁵ Clifford. A. Pickover, **The Pattern Book: Fractals, Art , and Nature**, World Scientific Publishing Co. Pte., Ltd. , U. S. A. , 1995, 273 s.

⁶⁶ (http://en.wikipedia.org/wiki/Platonic_solid#mediaviewer/File:Tetrahedron.svg)



Şekil 15: Sierpinski tetrahedron⁶⁷

I.4.2 KÜP (HEXAEDRON)

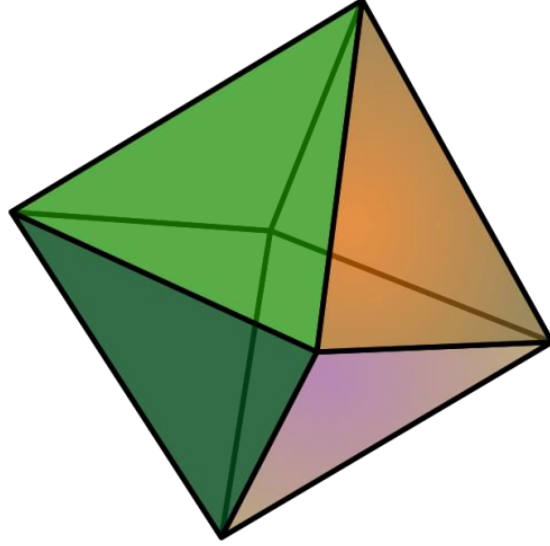


Şekil 16: Küp⁶⁸

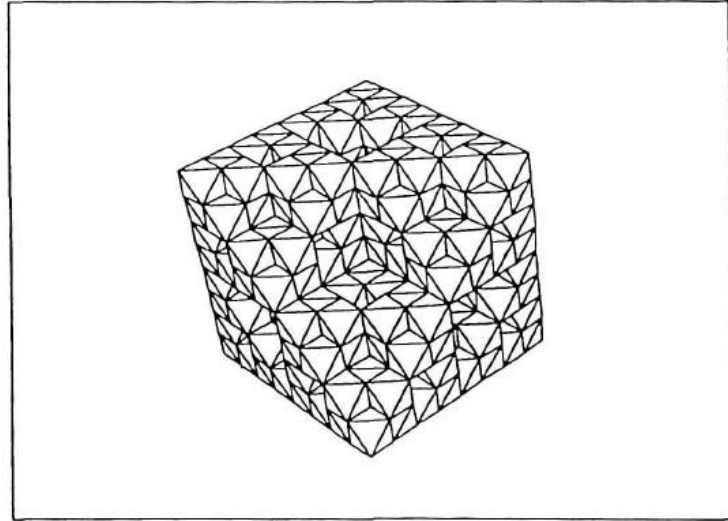
⁶⁷ Clifford. A. Pickover, **The Pattern Book: Fractals, Art , and Nature**, World Scientific Publishing Co. Pte., Ltd. , U. S. A. , 1995, 274 s.

⁶⁸ (<http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Tetrahedron.svg>)

I.4.3 SEKİZ YÜZLÜ (OCTAHEDRON)



Şekil 17: Sekiz Yüzlü⁶⁹

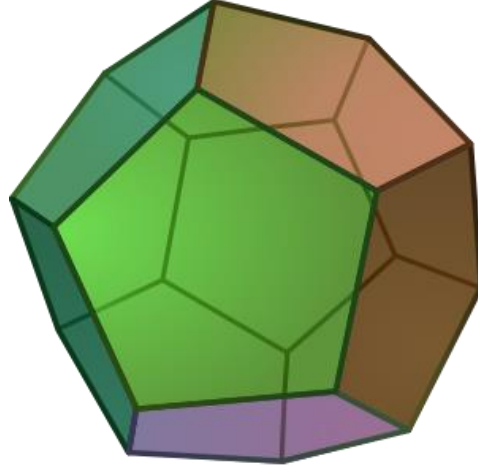


Şekil 18: Oktahedral fraktal⁷⁰

⁶⁹ (<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Octahedron.svg>)

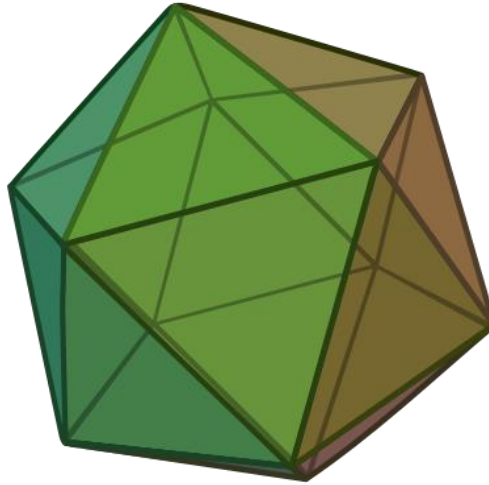
⁷⁰ Clifford. A. Pickover, **The Pattern Book: Fractals, Art , and Nature**, World Scientific Publishing Co. Pte., Ltd. , U. S. A. , 1995, 274 s.

I.4.4 ON İKİ YÜZLÜ (DODECAHEDRON)



Şekil 19: On iki Yüzlü⁷¹

I.4.5 YİRMİ YÜZLÜ (ICOSAHEDRON)



Şekil 20: Yirmi Yüzlü⁷²

⁷¹ (<http://en.wikipedia.org/wiki/File:POV-Ray-Dodecahedron.svg>)

⁷² (<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Icosahedron.svg>)

II. BÖLÜM: FRAKTAL KAVRAMININ PLASTİK SANATLARDAKİ YANSIMALARI

II.1 GEOMETRİNİN TARİHSEL SÜRECİNDE SANATTAKİ ETKİLERİ

Plastik sanatlarda “perspektif” sözcüğü derinlik yansımasının, herhangi bir grafiksel yöntem ya da boyama tekniğiyle elde edilmesini ifade eder. Perspektif yansıma, yani düzlem üzerinde üç boyutlu görünüm; resim üzerinde yer alan imgelerin giderek, derece derece küçülmesi, renklerin giderek azalması, biçimlere esas olan imgelerin resmin ön düzleminden arka düzlemine doğru gidildikçe belirsizleşmesi, boyut, imgeleri ardı ardına sıralama ve taşıma gibi çizim ve boyama yöntemleriyle elde edilebilmektedir. Perspektif yansıma Batı Sanatı’nda ilk kez Antik Yunan kültürü ile ortaya çıkmış ve Klasik Antikite Optiği’yle geometrik bir temele oturtulmuştur. Perspektif’in gelişimi resim sanatı ve geometrinin tarihsel gelişimiyle ilgilidir.⁷³

Rönesans'ta, doğa ve geometri eş anlamlıydı. Perspektif ise doğa ve geometri ilişkisinin meşru ispatıydı. Rönesans sonlarında, geometrinin doğadan ayrılışı ve insanlar tarafından betimlenmesi yer almaktaydı. Bu zamandan beri, geometri insanoğlunun doğaya olan üstünlüğünün ispatıydı. Doğa artık geometri ile eş anlamlı olmaktan çıkmış ve irrasyonel olarak görülmeye başlanmıştır. Bu görüşün doruk noktası ise 19. yüzyılda keşfedilen Öklidsel olmayan geometrinin keşfedilmesiydi. Bu keşiften sonra, insanlar, cesaretlendirilmiş ve kendi geometrilerinden daha fazla şekilde doğaya hükmedebilecekleri inançları daha da güçlenmişti.⁷⁴

Geometrideki buluş, yani perspektif, “sanatçılar için yepyeni bir dünya açmıştı.”⁷⁵

Yirminci yüzyıl başlarında, Mondrian gibi sanatçılar, sanatlarında, geometri insanların doğa arayışını yansıtmıştır. Jaffé⁷⁶ şunu belirtmiştir; “doğa şekillerinin

⁷³ Doç. Dr. Adem Genç, Yrd. Doç. Ahmet Sipahioğlu, **Görsel Algılama, “Sanatta Yaratıcı Süreç”**, Sergi Yayınevi, İzmir, 1990, 88-89 s.

⁷⁴ Rhonda Roland Shearer, **Chaos Theory and Fractal Geometry: Their Potential Impact on the Future of Art**, The Mit Press, 2014, 149-150 s.

⁷⁵ a. g. e. , 144-145 s.

⁷⁶ Detaylı bilgi için bkz. (http://www.nytimes.com/2014/05/19/us/sidney-j-blatt-dies-at-85-developed-double-helix-theory-of-depression.html?_r=0)

reddedilmesi,.. yeni soyut sanat için belirleyici bir adımdı...” Mondrian ve diğerleri, doğayı en objektif, evrensel geometrik formlarda ifade etmenin yollarını aradılar. Sadece Öklidsel ve Öklidsel olmayan geometrik dünya görüşlerini bilmek, kendi zamanının paradigmatları ile Mondrian, “dikey pozisyondaki ‘Dik Açı’nın doğanın temel ilkesi olduğunu sonuçlandırmıştır.⁷⁷

Şair Apollinaire'ye göre; “Yazarın sanatında gramer ne ise geometri de plastik sanatlar için öyledir.” Bu, sanatçıların birer geometrici olduklarını söylemez. Birçok sanatçı bunların çok uzağındadır.

Rönesans, ve modern sanatın doğuşu eş zamanlı doğan geometri ile doğrudan ilişkilendirilebilir. Sanatçı, dünyadaki yeni geometrik bakış açılarının, sanatsal gelişim için anahtar hızlandırıcı olabileceğini önermektedir. Bu bağlamda, kaos teorisi ve fraktal geometrideki yeni geometrik vizyonun sanatta başka bir esas buluşun doğumuna yol açabilir.⁷⁸

Rönesans döneminde, 'yeni geometri'nin derin bir etkisi olmuştur. Ptolemi'nin ızgaralı atlasının buluşu ve sanatçıların perspektiflerinin gelişmesi, teknoloji, seyahat ve sanatı değiştirmiştir.

Rönesans'ta birçok sanatçı, geometri ve perspektif için bilimsel incelemelerde bulunmuşlardır. Perspektif üzerine gelişmeler, modern geometrinin başlangıç zamanına işaret etmektedir. Antik Roma çağından beri ilk gerçek geometrik buluştur. İlk perspektif girişimleri öncelikle, Duccio (1255-1319) ve Giotto (1267-1336) tarafından gerçekleştirilmiştir. 1420'lerde, Brunelleschi, optik perspektife yönelik tam bir bilimsel çalışmada bulunmuştur. Rönesans dönemindeki insanların, fazlasıyla gerçek dünya gibi görünen bu yeni uzay ilüzyonu ile çok fazla şaşırdukları söylenebilir. Rönesans perspektifi, matematiğin yasallığının ve gücünün ispatı haline gelmişti. Realizm veya ilüzyonizm, çalışmalarında sembolizmi kullanmaya devam eden sanatçılar için ikincil bir merak unsuruydu. Kline, Piero della Francesca, Leonardo da Vinci ve Luca Pacioli'ye göre diğerleri, gerçekçi sunumun arkasındaki gerçeği aramıştı. Kendisi şunu dile getirmiştir; “Daha büyük hedef uzayın yapısını

⁷⁷ Rhonda Roland Shearer, **Chaos Theory and Fractal Geometry: Their Potential Impact on the Future of Art**, The Mit Press, 2014, 148-149 s.

⁷⁸ a. g. e. , 143 s.

anlamak ve doğanın sırlarını keşfetmekti... Doğayı incelemek için matematik en etkili yoldu.”⁷⁹

Tarihsel açıdan 'yeni geometriler'e çok rastlanmasa da, kullanıldığı zamanlarda etkileri çok uzun sürmüştür. Blatt, “sanatçının uzaysal formları (şekilleri) yaratışı ile bilim adamlarının uzay görüşü” arasında bir benzerlik olduğunu not etmiştir. Shapiro⁸⁰, “sanatçıların kendilerinin kendi pozisyonlarını savunmak adına Öklid olmayan (non-Öklid) geometrilere sıklıkla başvurduklarını ve bunlar arasında tarihsel bir bağ olduğunu önermekte olduklarını” yazmıştır.⁸¹

Öklid olmayan ve n-boyutlu (çok boyutlu) geometrilerden uyarlanmış yeni uzay düşünceleri oluştuğunda ve daha fazla boyut kazandıkça, 19. yüzyıl sonlarından 20. yüzyıl başlarına kadar popüler ilgi görmeye devam etmiştir. “Dunning”⁸², yirminci yüzyıl kavramı olan dördüncü boyutun -Öklid olmayan uzayın karmaşıklığında gizlenmiş görülmemiş bir dünyanın- bu yüzyıla ait en dominant entellektüel etki olduğunu belirtmiştir. Öklid olmayan geometrinin kısımlarına duyulan yirminci yüzyılın sonrasında da devam eden ilgi ve dört boyut, sanatın yüzünü sonsuza kadar değiştirmiştir. I.M. Yaglom⁸³, “19. yüzyılı, değişik geometrileri gelişmelerinin patlak verdiği dönem” olarak belirtmektedir.⁸⁴

Batı sanat tarihindeki iki en önemli gelişme olan Rönesans ve 20. yüzyılda Modern Sanatın doğuşu, direk olarak sırasıyla bu tarihlerde oluşan, perspektif ve Öklid olmayan (non-Öklid) geometriler ile bağlanabilir.⁸⁵

II.2 PERSPEKTİF PARADİGMASININ DEĞİŞİMİ VE PLATONİK HACİMLERDEN FRAKTALLARA GEÇİŞ

Bir paradigma, düşünce için bir model olarak işlev görev bir nesne ya da aygıttır. Bu şekilde üzerinde oldukça farklı alanlardaki değişiklikleri düzenleyip bu değişikliklerle oynar. Bir paradigma gerçek ya da ideal olarak düşüncenin (algının)

⁷⁹ a. g. e. , 144-145 s.

⁸⁰ Detaylı bilgi için bkz. (<http://coe.lehigh.edu/faculty/eshapiro>)

⁸¹ Rhonda Roland Shearer, **Chaos Theory and Fractal Geometry: Their Potential Impact on the Future of Art**, The Mit Press, 2014, 143 s.

⁸² Detaylı bilgi için bkz. (http://tr.wikipedia.org/wiki/Dunning-Kruger_etkisi)

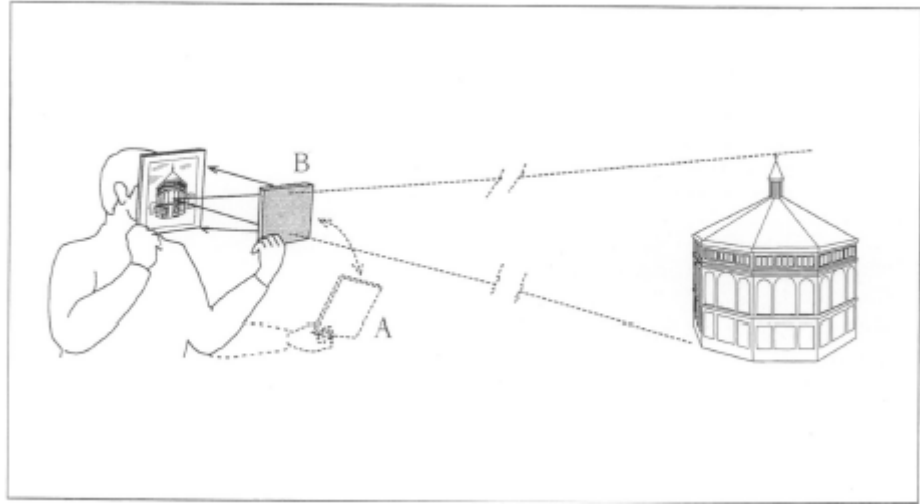
⁸³ Detaylı bilgi için bkz. (http://en.wikipedia.org/wiki/Isaak_Yaglom)

⁸⁴ Rhonda Roland Shearer, **Chaos Theory and Fractal Geometry: Their Potential Impact on the Future of Art**, The Mit Press, 2014, 145-146 s.

⁸⁵ a. g. e. , 143 s.

kavramaya çalıştığı nesnenin özünü ortaya koymaya benzer bir öncüdür. Bir paradigma bizim göstermemizi, sergilememizi işaret etmemizi sanat eseri şeklinde temsili olarak yansıtıp karşılaştırma yapmamızı sağlar.

Brunelleschi'nin mekanizması, batıda sanat eserinin temel paradigması olarak 4-5 yy. boyunca geçerliliğini korumuştur. Sanatçının küp, kutu şeklinde mekan ya da üç boyutluluk algısı Descartes tarafından kübik koordinatları olan sınırsız bir sistem formunda sistematize edilmiştir. Brunelleschi 'Merkezi' perspektif olarak bilinen şeyi icat etmiştir. Başka deyişle gözlemcinin kendisini ressamın gördüğü şeyi eseri tam olarak göreceği şekilde yerleştirdiği tek bir bakış noktası ya da odağın varsayıldığı bir merkez perspektif icat etmiştir. Bakan kişinin gözü resimdeki tam kesin bir noktanın tam tersi yönde yani kompozisyonun asal noktasında olmalıdır. Sanatçının deneyimi gözlemcinin bakış noktasıyla resmin asal noktası arasındaki zorunlu uyumu örtüşmeyi, kanıtlamayı mümkün kılmıştır. Çünkü bu iki nokta birbirleriyle birleşerek aynanın yansımalarıyla birbirleri içine geçmiştir. Ayrıca imgenin tam ortasındaki bir deliğin formunda gözün izinin çizilmesiyle deneyim, o yüklendiği merkezi bölgeyi odağı ortaya koymuştur.⁸⁶



Şekil 21: Brunelleschi'nin Deney Mekanizması

Brunelleschi'nin mekanizması, resmin temsil ettiği şeyle örtüşmesini sağlamaktadır. Sanatçı, birini diğerine gömüp yerleştirmektedir. Bunlar resim ve

⁸⁶ Serge Salat and Françoise Labbé, **The Fractal Cube and the Paradigm Shift in Art and Science**, The Mit Press, 2014, 242 s.

içine girdiği modeldir. Brunelleschi tarafından konumlandırılan noktada bulunan gözlemci Floransa vaftiz kilisesine her iki gözüyle değil, tek gözüyle delikten bakmaktadır. (bkz. Şekil 21)⁸⁷ Kilisenin doğrudan görünümü gizlense de aynadaki yansıması panelin ters yönündeki boyanmış imgeyi göstermektedir ve bakan kişide gördüğü şeyin gerçeklik olduğundan emindir. Resim gerçeği ortaya koymaya çalışır. Resim kendisinin bakan kişinin baktığı kilisenin bir resim mi yoksa kilise mi olduğunu söyleyemeyecek kadar bir kesinlikle bina (kilise yapı) ile özdeşleşmektedir. Başka deyişle bakan kişi kilise binasıyla onun yansıması olan resmin kesin ayırt edemeyecek kadar özdeşleşmektedir. Sanatçının bu mekanizmasında bir resim kanıtlayacak kadar göstermeyi amaçlamaktadır. Bu deneyle Brunelleschi, üç boyutlu bir hacim düz ya da iki boyutlu bir yüzeyde oluşumunu sağlayan sanat ilkelerini açıklamıştır:

Zaman içerisindeki doğal perspektif yerine yapay perspektif, optik bilimin sınırlarını kesin olarak tanımlamıştır.

Perspektifin şeffaf, billurlaşmış, uzamı (mekân) gözün sonsuzluğun ve aynanın kesin roller ve belirli yeri tanımladığı karmaşık kuramsal manipülasyondan kaynaklanmıştır. Unsurların tümü resmin arkasında açılan delikten birbirleriyle ilişkilendirilmekte ve iki ayna bunu kolaylaştırmaktadır.⁸⁸

20. yy. düşüncesinin sanat, bilim ve edebiyatta giderek yıkımı sağlayan işte bu paradigmadır. Brunelleschi paradigmasının yerini, gözümüzde Gödel'in mantığı, karmaşıklıkla ilgili çağdaş kuramlar, kaos kuramı ve fraktal geometriden kaynaklanan yepyeni bir paradigmanın nasıl aldığını ortaya koyacağımızı umut ediyoruz. Pompidou merkezinde 1992'de yapıp sergilediğimiz fraktal küp, yeni paradigmaya somut bir form kazandırma çabasıdır. Burada göz, kapı, kübik ızgara ayna gibi Brunelleschi'nin kullandığı aynı unsurlar kullanılmış, buna karşın bundan farklı bir konfigürasyonda birleştirilip konumlandırılmıştır. Burada bakan kişinin merkezi konumu kaydırılmış ve gerçeklikle gerçekliğin temsili arasında herhangi bir örtüşme ya da benzeşimden uzaklaşmıştır.

Brunelleschi'nin dehası eksiklikleri yine de belli olan bir temsil ya da eser için bir mekanizmaya kuramsal tutarlılık özdeşimi vermesinden kaynaklanmaktadır.

⁸⁷ Serge Salat and Françoise Labbé, **The Fractal Cube and the Paradigm Shift in Art and Science**, The Mit Press, U. A. S. , 2014, 241 s.

⁸⁸ a. g. e. , 241-242 s.

Gerçekliğin çizgisel konturlarla betimlenen formlara indirgenmesi, tek gözle bakan kişinin bir delikten yansıtılmış sonsuzlukla örtüşecek şekilde bir noktada sabit kalması, kendisinin aynadaki yansımadaki temsilin eşdeğeri (yansımali) sayesinde sisteme dahil eden öz bildirim gibi bu tür kısıtlamalar, Gödel ve Mandelbrot'un kullandığı çağdaş matematiğin uzamı içerisinde yeniden düşünülmesi gereken güçlükleri ortaya koymaktadır. Nitekim yeni bir paradigma zamanı olgunlaşmıştır.⁸⁹

Leonardo da Vinci, platonik hacimlerin yardımıyla Dünya'yı ya da Evren'i ayrıştırma sınırlarını gören kişi olmuştur. Yaşamın ilk yıllarında bir Evren'in dönüşümünün dalga ve bulut şeklinde (metamorfozunu) algıladığımız Windsor Şatosunda, günümüzde korunan bir dizi hayranlık uyandıran çizimlerde şekillenen bir takıntı biçimindeki taşkın ya da selin dalga dalga imgeleriyle büyülenmiştir. Bu dalga dalga bulut geometrisinden bulut ve dalgaların muazzam Dünya girdabına doğru itiminin Leibniz kesintisizliğin ya da sürekliliğin genel modeli şeklinde formüle etmiştir. Leibniz için kendilerini sürekli olarak bölen madde bileşenleri kendi içlerinde giderek küçülen ve diğer girdaplar arasında konkav aralıklarla tekrar tekrar oluşan minik girdaplar içerisinde (şeklinde)formlar oluşturur. Madde süngersi (sünger benzeri) olup yine de içi boş boşluklardan yoksun olan sonsuz delikli bir doku sergilemektedir çünkü her boşluğun içinde daima başka bir boşluk yer almaktadır. Ne kadar küçük olursa olsun her cisim içinde düzensiz geçitleri olan belli belirsiz bir sıvı ile kuşatılmış ve bu sıvının nüfus ettiği bir dünyayı içerir.

Günümüzde fraktaller kuramı (teorisi), kıvrımlarla ilgili barok temasını genişleterek Leibniz'in sezgilerini yeniden keşfetmektedir. Benoit Mandelbrot, her bir nesnenin her bir parçasının bütün olarak aynı yapıyı içerdiğini öngören fraktal geometrinin galaksiler, ay, dünya, atmosfer, okyanus, dalgalar ve bulutlar gibi tüm Evren'imizi oluşturan nesnelere yapısının açıklayabildiğini ortaya koymuştur. Fraktal cisimler, art arda tekrarlı biçimde yaşayan ağaçlar gibi oluşturulmaktadır ama bilindik ağaçlardan farklı olarak matematiksel fraktal nesnelere sonsuza dek kendilerini yinelerler. Çünkü bu tür sonsuz tekrarlar olmasa nihai tekrarın dallanmış biçimleri kendilerinin alt kümelerine daha küçük parçalara ayıramaz böylece tüm ağaca benzememiş olurlar. Sonsuz karmaşıklık ne kadar küçük olursa olsun fraktal bir nesnenin her bir parçası içine kıvrılır. Mandelbrot'un düzenindeki sınırın diğer

⁸⁹ a. g. e. , 242 s.

girdaplar içerisinde giderek daha küçük daha küçük girdaplar şeklinde diğer kıvrımlar içerisinde giderek daha küçük kıvrımların kuşatılma sınırı yoktur.⁹⁰

Perspektif kompozisyonu neyin görülemeyeceğini gösterir (görülemeyen şeyleri gösterir). Sonsuzluk bir resmin bir resmin düzeyine ait olamaz. İki paralel çizgi arasında kalan göz bu çizgilerin yeterince büyük bir uzaklıktan asla göremez. Sonuçta bu çizgide ilerlerde bir yerde bir noktada kesişir. Kendisini asla ortaya koymayan şey nedir? Sonsuzluktur. Kendisini ortaya koyması durumunda sınırlı ve sonlu olan şey sonsuzluktur. Çünkü açıklanamayan şey sınırlı olamayan şey sonsuzluktur. Çünkü açıklanamayan şey sınırlı olamayan şeydir yani sonsuzluktur.

Brunelleschi'nin düzeyinde gözün noktası ve kaybolan nokta resmin arka tarafındaki delikte bir araya gelir ya da buluşur. Bu düzeneğin temel işlevi bakışın yerinin sonsuzlukla örtüşmesini göstermesidir. Brunelleschi, bu noktada bir delik açarak bakan kişiyi arkadan öne doğru olan görüntüyü yakalamaya davet eder başka deyişle bir aynadaki sonsuzluktan içeri ve öne doğru görüntüyü yakalamaya davet eder. Sonsuzluğa yönelen bakan kişi artık resmin ya da temsilin açmış olduğu boşluğa ait değildir.

Merkezi perspektifin tüm geçmişi ressamın gözünün ya da bakan kişinin gözünün resim düzlemindeki formun üzerinde göstermeye çalışmıştır. Temel kaybolma noktasıyla sık sık karıştırılan bu çıkış noktası zaman zaman resmin dışında da olabilir ve hatta çoklu noktalar içine nüfus edilebilir. Çeşitli yazarlar tarafından tema noktası göz noktası ya da örtüşümlü bakış açısı diye adlandırılır. Philippe Comar'ın⁹¹ belirttiği gibi 'Paradoks olarak matematikte göz başka deyişle yansımanın merkezi, imgesi resim düzleminde kesin tanımlanmayan tek noktadır. Böylece perspektifin temeli bir belirsizliğe dayanır:

Resme bakmamız gereken nokta ya da yer resmin içerisinde görülmez. Bu hiç yer (olmayan yer)imgenin merkezinde bir nokta oluşturan deliktir. Psikanalist Jacques Lacan şöyle der :'Doğrudan algıda farklı olarak bir resimde yokluğunu fark ettiğimiz bir şeyler bulunur. Sanal algıda görmenin orta alanında gözün ya da bakan kişinin ayırt edici gücü bütünlüğe odaklanır. Her resimde bu bir boşluk olabildiği gibi yansıma şeklinde bir boşlukla temsil edilir. Bakışın gerisinde gözün yansıması

⁹⁰ a. g. e. , 242-243 s.

⁹¹ Detaylı bilgi için bkz. (http://fr.wikipedia.org/wiki/Philippe_Comar)

söz konusudur. Sonuçta resim istek ya da iradeyle bir ilişkiye girdiği için merkezi ekranın konumu daima belirlenir. Resmin ön bölümünde tam olarak yer alır.

20. yy. Başlarında Gödel matematiksel mekanda işaretlerden oluşan herhangi bir sistemin kapanma sorunu yeniden değerlendirilmiştir. Aritmetiğin bu alanına yönelerek Gödel perspektif resimde kör noktaya benzeyen ya da özdeşleşen bir problemi ele almıştır. Gödel teoreminde temel aritmetiğin, gerçekliğin kanıtlanan şeyin ötesine geçmesi anlamında yetersiz olduğu ve bu aritmetiğin varsayılan tutarlılığının kontrolünün ötesinde kalan yöntemler için söylem oluşturmaksızın kanıtlanamayacağı ortaya konmaktadır.

Matematiğin ötesinde Gödel teoremi bütünlüklü aksiyomatik sistemleri kurma çabasının yokluğuna işaret eder. Bu teoremde bir sisteme ilişkin herhangi bir öz bildirimli söylemin temel imkânsızlığı ortaya konur. Bu teorem iç içe geçmiş meta sistemlerden oluşan sonsuz akışın içine yönelen tüm işaret sistemlerini kurgular.



Resim 1: Velazquez, Kraliyet Ailesi

Resimde ise Van Eyck ve Velazquez, Gödel' den çok uzun zaman önce öz bildirim sorunu ortaya koymaya çalışmıştır. Arnolfini' nin ikili portresinde , Van Eyck sağdaki göz deliğine bir konkav (iç bükey) ayna yerleştirerek kaybolan yada gözden kaçan noktaları yakalanmasının ve bakan kişi için yansımaları sağlamıştır ve ters noktada görülen mekanın imgesiyle ressamın kendisinin nesne ya da ortama baktığı açık bir kapı söz konusudur. Garip halkalı bir aletle meta resim olarak resmin dış mekânın kıvrılarak resmin içine yerleşir.

Las Meninas çalışmasında, Velazquez kendisini resmin ön bölümünde ayakta durduğu varsayılan kral ve kraliçenin resmini yapma eylemi içerisinde temsil eder. (bkz. Resim1).⁹² Bu bölüme bakan kişi bakmakta ise de bu şekilde resimde yer almayan bir kral ve kraliçe duyumsanır. Velazquez' in üzerinde çalıştığı tuval ancak arka planı görebilen bakan kişiden uzaklaşan yüzleri resmeder. Velazquez kendisini tuvalin ön bölümünde elinde fırça ile ayakta dururken betimler. Ön bölümünde bakan kişinin aldığı hissedilen resmin ön bölümünde bir noktaya bakan çocuklar, cüceler ve hizmetkâr kadınlar yer almaktadır. Arka planda ise Velazquez'in üzerinde çalıştığı resmin yansımalarının gözüktüğü ayna yer alır. Bu aynada saraydan bir çift bulunmaktadır. Ayrıca arka bölümde ikinci bir erkek figürün geçiş noktasında konumlandığı açık bir kapı yolu bulunmaktadır. Böylelikle Brunelleschi'nin, sistemindeki ayna ve kapı elemanları Van Eyck'in resminde görülmekte ama burada unsurlar birbirleri içine geçişmemiş bunun yerine kopuk birbirlerinden bağımsız kalmıştır. Nitekim Las Meninas çalışmasında dengelenen iki temel sistem bulunmaktadır. Bunlardan birincisi ressam tarafından kendisini kompozisyonda temsil ettiği için oluşturulan bir üçgenle tanımlanır. Saraya ait çift (kadın-erkek) resmin ön bölümünde ayakta durmakta ve aynada resmin yansımada algılanmaktadır. Bakan kişiden uzaklaşan bir resmin aynada yansıttığı bu sistem her açıdan Brunelleschi'nin sistemine uymaktadır. İkinci sistem ise bakan kişinin tam zıt yönünde kompozisyonun kaybolma noktasında açık kapı yolunda ayakta duran figür ve resme bakan gözlemciyle oluşturulmaktadır. Gerçekte ise Velazquez' in kendisinin gerçek resim Las Meninas'ı boya yapmak üzere yerleştirdiği bu noktaya dikey açıdır. (kaybolma noktası) Kapıdaki Don Nieto Velazquez'deki figürün ressamla aynı ismi taşıdığını fark etmek ilginçtir. Bir şekilde sanki Velazquez

⁹² Serge Salat and Françoise Labbé, **The Fractal Cube and the Paradigm Shift in Art and Science**, The Mit Press, U. A. S. , 2014, 242 s.

kendisinin bu çalışmada iki kez betimlemiştir. Birincisi Kral ve Kraliçe'yi resmettiği varsayılan sanal bir konumda ve ikincisi gerçek konumda kendi birebir kopyası olan Don Nieto Velazquez formunda betimlemiştir. Bu bölünmüşlük Velazquez'in amacına uygun olarak gerekliydi çünkü doğrudan doğruya resmin içerisinde resim yapma edimi temsil edilmektedir. Velazquez, Brunelleschi'nin mekanizmasını çok temsil etmez, çünkü Floransalı mimarın birbiri içine kapadığı gibi, ayna ve kapıyı ayırmıştır.⁹³

II.3 FRAKTAL KÜP VE İKİ-ÜÇ BOYUTLULUK İLİŞKİSİ

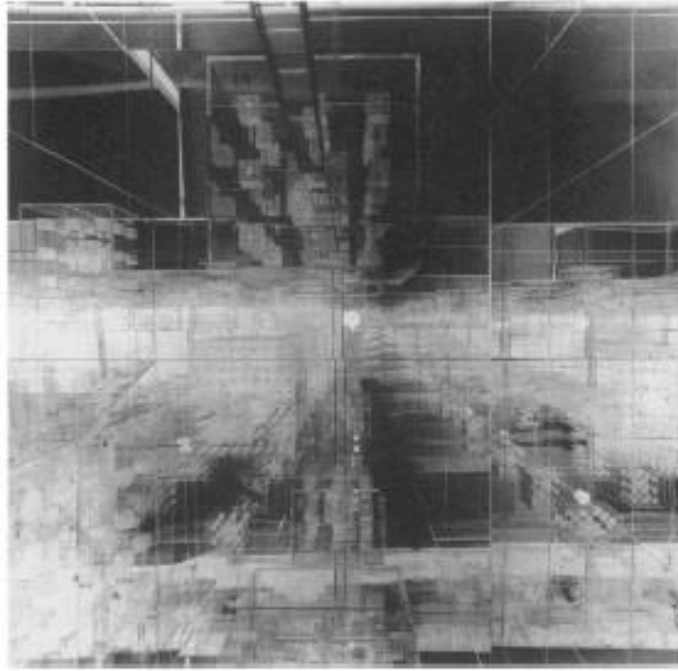
Rönesanstan beri, küp, batıda özenle hazırlanmış uzaysal temsilcinin arketipidir (öncüsüdür). Trecento'dan Quattrocento'ya Giotto'dan Cimabue'e Massaccio'ya ve Piero della Francesca'ya kadar küp şeklinde kutular ve damalı kaldırımlar (kare desenler) boyayı sızdırmıştır. Kare desenler alttaki figürler gözlenmekte, duvarlarda ızgara şeklinde bulunmakta ve tavana kadar ulaşarak tüm hacimsel değerlerin ortak ölçütü haline gelmektedir. Başka deyişle boş alandaki aralıklar ve cisimlerin özellikleri bu kare ve ızgaralar arasına yerleşmektedir.⁹⁴

Fraktal Küp değişen ve değişmeyen, gerçek ve sanal, tüm boyutlar ve fraktal boyutlar arasında karmaşık bir metamorfoz içerisinde donmuş bir andır. Burada iki geometrik paradigmanın eş anlı, aynı andaki ortak varlığı, bir arada bulunuşu söz konusudur. Burada fraktal boşluğu tam anlamıyla bir Öklid ızgarası olarak nasıl yaratabileceğimiz ve düzenden kaosu nasıl elde edebileceğimiz gösterilmektedir. Öklid'in uzayı, boşluğu, Mandelbrot'un boşluğu birbirine karşıt değildir. Bunlar özelliklerinin sürekli karşılıklı değişimiyle var olurlar. Fraktal Küp, Öklid boşluğunun, fraktal uzay ya da boşluğa doğru dönüşümüdür. Burada küp şeklinde kristalize olan bir bulut ve bir bulut şeklinde çözünen bir küp söz konusudur.

Fraktal Küp'te başlangıçtaki düzenin izlerinin aralıklarla ortaya çıktığı çizgilerin çözünmesi hafif bir baş dönmesi (vertigo) yaratır. Işık çizgileri hafifçe titreşiyormuş gibi gözükür. Küp bir düzensizlik denizi içerisinde kırılğan düzen parçası halindedir. Burada kaosa doğru açılan bir pencere vardır. Formun çözünmesi düzene yaklaşık değerde olan bir işi ya da eseri oluşturur.

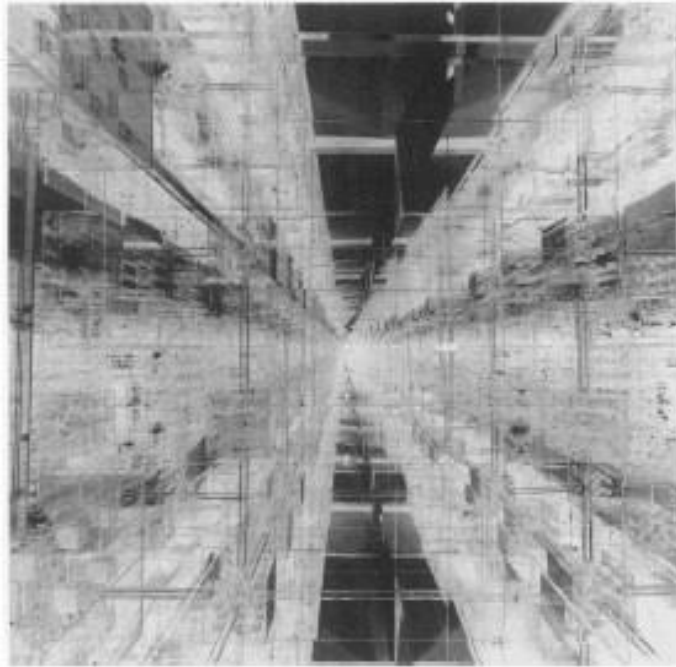
⁹³ a. g. e. , 244 s.

⁹⁴ a. g. e. , 241 s.



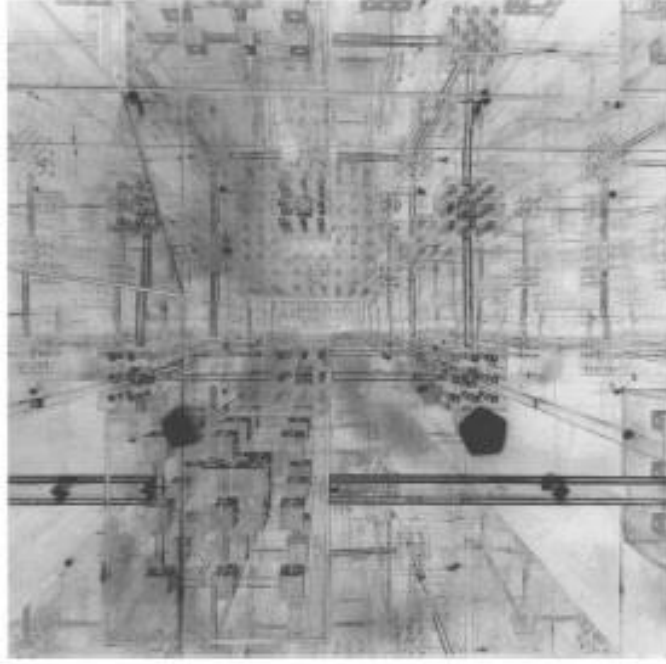
Şekil 22: 3a Fraktal Küp

Bakan kişinin içine girmesini sağlayan sistemin açılışı kapının iyi bilinen donanımını yankılatır ve perspektifi icat ettiği sırada Brunelleschi'nin kullandığı aynayı oluşturur.⁹⁵



Şekil 23: 3b Fraktal Küp

⁹⁵ a. g. e. , 247 s.



Şekil 24: 3c Fraktal Küp

Fraktal küp yeni paradigmanın mekanını üç boyutluluğunu oluşturma çabasıdır. Brunelleschi'nin kurgusunda olduğu gibi fraktal küp, bir görme nesnesi aygıtı ya da mekanizmasıdır. Günümüze kadar dokuz küp kurgulanmış olup bunların hepsi birbirinden farklıdır. Tüm bu dokuz küp 9x9x9 fitlik aynı boyuta sahiptir. En detaylı işlenen fraktal küp şekilde (bkz. Şekil 22, 23, 24)⁹⁶ görüldüğü gibi 1992'de Pompidou galerisinde sergilenmiştir. Bu aynalı yüzeyleri olan çelik konstrüksiyon bir yapıdır. Tüm aynalı yüzeyler ayarlanabilir; dönüşebilir özellikte olup böylece altı mükemmel düzlemin oluşması sağlanır. İç yüzeyler paralel ve son derece yansıtıcıdır. Düzenegin kesin ölçümselliği başka deyişle boyutlarının ölçümsel kesinliği başlangıçtaki görsel küp görüntüsünü böylece ortaya çıkarır. Bu yansıtıcı sistem içinde küp figürlerinin parçaları pleksiglas ve mavi florasan mavi ışık veren aliminyumdan yapılmıştır. Bu parçalar yansıma sonucunda bütünleşik hale gelir. Böylece tüm sanal görüntüyü oluşturur.

Bu parçalar yansımayla bütünleşerek on sekiz fit kenarları olan büyük bir şekil oluşturan sanal bütünlüklü bir figürü yansıtırlar. Bu görkemli figür Sierpinski'nin kübünden türetilen karmaşık bir heykeldir. Bu yapı, dijital olarak

⁹⁶ a. g. e. , 243 s.

kontrol edilen lazer ışınıyla kesilen yüzbinlerce delikle süngersi görünüm olan bin kare yüzeyden oluşur.⁹⁷

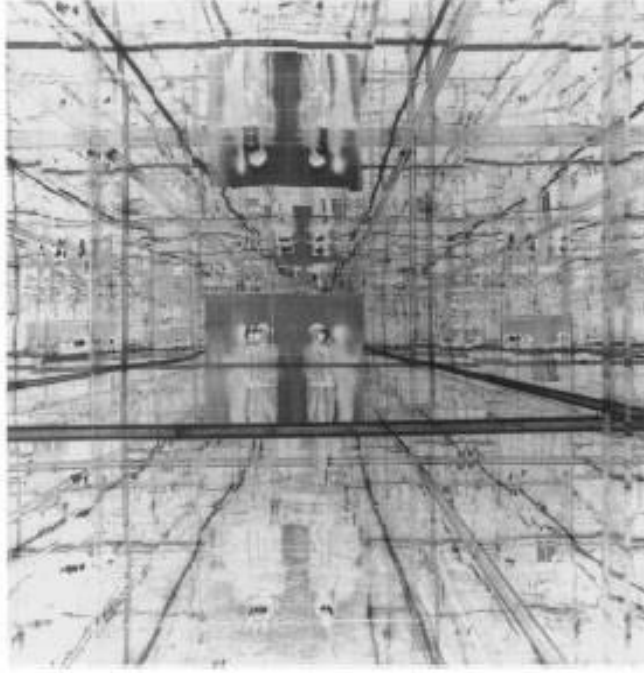
Bu yansıtıcı kübik sistem ve içinde bulunan geniş kübik heykellerle oluşan tüm sistem (tüm yapı), içine bakanın fiziksel olarak girebileceği garip bir ortam oluşturur. Bu alan içerisinde bakan kişi kendisinin tam olarak yüz yirmi beş bin kez yansıtıcı olarak görür. Bu çarpanlı artış (geometrik artış) Mandelbroth kümesine yol açan matematik tekrarlara benzer. Yansıtıcı yüzeylerdeki belli belirsiz düzensizliklerden dolayı tekrarlanan işlev asla mükemmel bir simetri olmayıp tersine ardışık tekrarlarla yüksek düzeyde kaosa yol açan doğrusal olmayan bir fonksiyondur. Bakan kişi, düzenle kaos arasında gidip gelen baş döndürücü şekilde asılı kalan fraktal alanı, uzamı algılar. Bakan kişi ayrıca mekanın merkezindeki ayrıcalıklı konumun yitimini de duyumsar, algılar. Çünkü gözlemci yüz yirmi beş bin benzer küp içerisinde yansıtılan kendi yansımasını imgesini algılar. Bu sayı değeri sonsuz olanla ilgili geçerli bir tahmini değer olup gözlemci bu açıdan kendi bütünlük ve kimlik duygusunu tehdit eden baş döndürücü mekanın, üç boyutluluğun sonsuzluğunda kendi imgesinin dağılımıyla ilgili gerçek bir deneyim yaşar.

Bundan dolayı fraktal küp, matematiksel bir kanıtla değil ve bir kuramın uygulanması anlamına gelmez. Bu küp bir eşitlik ya da denklemlerle ya da formülasyonla oluşturulmamıştır. Tekrar kavramları kimlik, farklılık, yönelim, simetri, eşikler, kapanışlar, sınırlar, kenarlar, sonlu ve sonsuz olanlar, form olması ve formun olmaması bakan gözün konumu gövde ve mekanın bilinç durumu gibi şeylere dayanan karmaşık mimari ve heykelsi çalışmanın sonucudur.

Mekansal durumun belirsizliği ve imgenin birebir katlı çoğaltılması yoluyla (aynasallıkla giderek küçülen ve + sonsuz çoğalan ya da tam tersi katlı olarak + sonsuza kadar büyüyen) yoluyla nesne kaybı gibi yoğun bir duygu kışkırtılır. Fraktal küp, heykel çalışması ve çağdaş bilimin bu sıra dışı birleşiminden kaynaklanmaktadır. Buradaki paradigma amacı Brunelleschi'nin donanımında olduğu gibi gerçekliğin tanımında bir geometri ya da başka bir geometrinin anlamda tutarlılığının ya da içkin (içkisellik) oluşunun basit kanıtının ötesine geçer. Fraktal Küp, Brunelleschi'nin donanımının Öklid geometrisinin basit uygulaması olmasından öte artık fraktal teorisinin bir somut kanıtı değildir. Fraktal küp doğrudan

⁹⁷ a. g. e. , 245 s.

doğruya özneye ilgili çağdaş algıyı hedef alır. Bu konu ya da özne psikoanalitik anlamda dağılır. Kelimenin tam anlamıyla patlar. Fraktal Küp, Brunelleschi'nin . (bkz. Şekil 21) resminin arka planında delik delik oluşturulmuş boşlukla karşılaştırmasında olduğu gibi uzayın kökeni problemiyle yüz yüze gelir. Fraktal Küp'te bakan kişinin nüfuz ettiği yarık Brunelleschi'nin boşluğunun yerini alır. Merkezi konumda olan, ve gözlemciyi de boşluğun merkezine yerleştiren Brunelleschi donanımından farklı olarak Fraktal Küp çağdaş felsefe ve bilimlerle benzer şekilde mantık sistemlerinin kendi temel kökenlerine artık hiç ulaşamayacak şekilde hiçbiri ardına sonsuza dek kuşatıldığı sonsuz bir tekrar duygusu ve kökenin yitimi problemiyle yüz yüze gelir.⁹⁸



Şekil 25: Fraktal Küp

Gözlemciler kelimenin tam anlamıyla şekilde görüldüğü gibi giderek paradoksal bir boşluğun katmanlı yapısını keşfettikleri yerde sonsuz gibi gözükten Fraktal Küp'teki dikey yarıktan içeri girerler.(bkz. Şekil 25)⁹⁹ Üç boyutlu uzaydaki mekândaki sonsuz kübik ızgara karmaşık ışıklı ve şeffaf kübik bir yapıyı zarf gibi

⁹⁸ a. g. e. , 246 s.

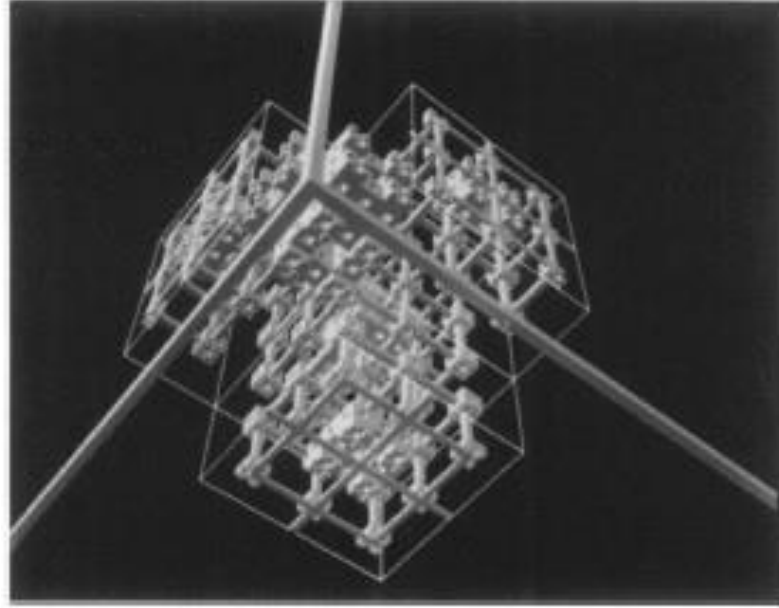
⁹⁹ a. g. e. , 244 s.

kuşatır. Bu yapı, sonsuz şekilde küçüğe doğru mekanın tekrarlı bölünmesi sürecini başlatır. Heykel sürekli bir alt bölümlenmeyle küçülerek küplerden oluşan bir basamağa doğru çözünür.¹⁰⁰

Küp geçmişte üç boyutlu uzayın bir arketipi olarak dış yüzeyleri sınırsız şekilde genişleyip daha karmaşık hale gelirken hacminin kaybolduğu bir ara duruma geçer. Küp bir bulut haline gelir.

Gerçekte yaptığımız heykelde Sierpinski Kübü'nün yalnızca 1/8'lik kısmını öneriyoruz. Kalan 7/8 'lik bölüm aynalardan oluşan trihedron içerisindeki bir yansımayla elde edilir. Tüm figür güçlü bir geometrik bütünlüğe sahiptir.

Bir sonraki aşama Sierpinski Kübü'nün yalnızca boş merkezi kısımlarını oluşturarak ve bunları doğrudan doğruya Küp'ün küçük kopyalarıyla doldurarak önceki formun bir negatifini oluşturmaktan ibarettir. Bu yeni figür, bir başka ilginç özellik göstermektedir.



Şekil 26: Fraktal Küp

Şekilde görülen içi dolu ve boş kısımlar ya öz-benzerlikle ya da form ve zeminin geçişimiyle tanımlanır.(bkz. Şekil 26)¹⁰¹ Boşluğu organize eden trihedronun referans yüzeylerindeki yansımalar heykele bakılan açığa göre ya Sierpinski

¹⁰⁰ a. g. e. , 245-246 s.

¹⁰¹ a. g. e. , 245 s.

kareleridir ya da bunların negatifleridir. Eğer bu heykel yansıtıcı bir küp içerisine yönlendirildiğinde sonsuz olanın karmaşık kübik temsili, yansıması elde edilir.

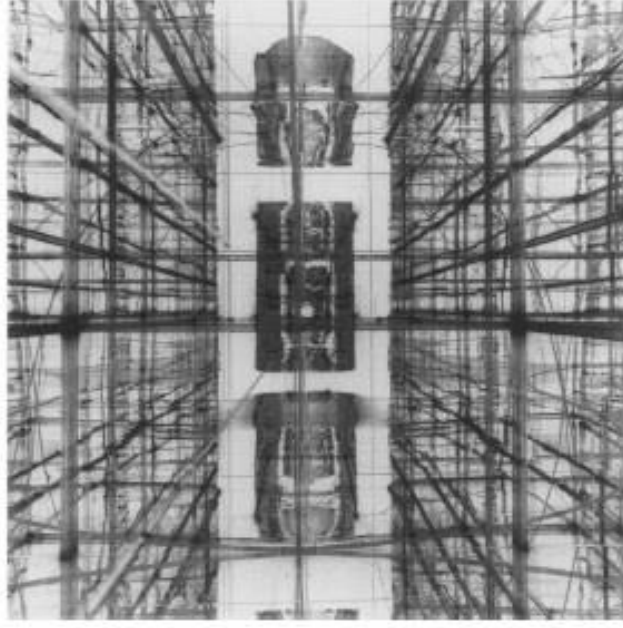
Tüm sonsuz yansımalarda, Fraktal Küp Rönesans ızgarasında olduğu gibi boşlukları tutan sonsuz kübik bir ızgaradır. Bununla birlikte çok daha karmaşık bir düzeydedir. Sonsuz boşluğun her bir parçası sonsuz boşluğun bütünlüğünün bir aynasal yansımasını içerir.

Fazla mükemmel düzen içerisinde sonsuza dek kendi üzerine katlanan kaos ve onun esneyen boşluğu ortaya çıkar. Sonsuzluğa kadar büyütülen (çoğaltılan) katlanmış yüzeyin en küçük düzensizliği mevcut figür ya da şeklin kaotik parçalanmasına yol açar. Düzenin seviyesi kıvrımların sayısı ve görünür uzaklık etkisiyle azalır. Bizim bulunduğumuz yere en yakın üç boyutlu alansal kısım böylece daha düzenli hale gelir. Eğer bakışımızı uzaklığa yönlendirirsek düzen ile kaos arasında belli belirsiz ve dalgalanma gösteren üç boyutlu bir sınır elde ederiz.¹⁰²

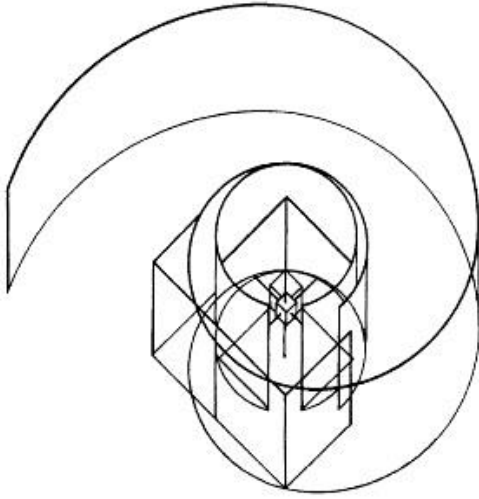
Şekilde renkli plak resim A No. 1 görülen Paris'teki Büyük Saraydaki (Grand Palais) Fraktal Küp'ün ikinci versiyonu 9 fitlik kenarıyla 18 fitlik siyah bir küp ile kuşatılmıştır. (bkz. Şekil 27)¹⁰³ Gözlemciler, siyah bir koridorun yoğun karanlığından belirsiz olan şeye doğru nüfuz etmektedir. Birden bire bir çeşit dünya eksenine benzeyen sonsuz gibi gözükken bir mavi ışık sütununu görürler. Bu sütun, içine bakan kişilerin de girebildiği ışıklı pleksiglastan yapılmış 18 ft çapında bir kürenin eksenidir. Burada ayrıca sütunun tek bir dünyanın tek bir eksenini olmadığını tersine bu eksenin bu sütunun sonsuzluğa doğru uzanan ve 125000 ışıklı küre ve kendilerine benzeyen 125000 imgeyi içeren bir mavi sütunlar ormanında çoğaldığını keşfederler. Bu ikinci dereceden sonsuzluk şekilde görüldüğü gibi birinci dereceden (mertebeden) sonsuz olan sonsuz sayıda oda içermektedir.(bkz. Şekil 21) İkinci derecenin sonsuzluğu birinci derecenin sonsuzluğun eşliğini sonsuz ölçüde çarpanlarla katlayarak artırır.

¹⁰² a. g. e. , 246-247 s.

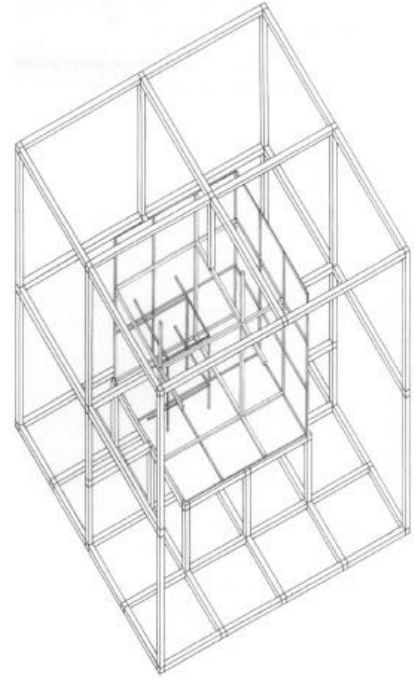
¹⁰³ a. g. e. , 245 s.



Şekil 27: Fraktal Küp



Şekil 28: Fraktal Küp



Şekil 29: Fraktal Küp

Bakan kişi birinci derecenin sonsuzluğunun toplam 125000 küresiyle aynı anda kuşatır ve ikinci derecenin sonsuzluğunun yankı (yansıma) odasında birinci derecenin sonsuzluğunun sonsuz katlanmasıyla mekânsızlaşır. Yine bakan kişi

sınırlamalar, dağılım, merkezileşme ve yayılmanın paradoksal üst üste binişi ve iç içe geçişiyle labirentlerden oluşan bir yapıya bürünür.¹⁰⁴ Şekilde görülen 18. Milano Trienal’inde sunulan Fraktal Küp’ün üçüncü versiyonunda 120 ft x 9 ft boyutlarındaki spiral bir duvar Fraktal Küp’ün etrafına yerleştirilmiştir.(bkz. Şekil 28)¹⁰⁵ Gerçekte formların her biri çiftlenmiştir. Başka deyişle Fraktal Küp’ün etrafında onun büyüklüğünün iki katı kübik bir ızgara, içerde spiral duvar ile birlikte bir silindir ilave bir iç tabaka oluşturmakta, küpün mavi florasan kenarlarıyla oluşturulan şeffaf üç boyutlu bir kılıfı (zarfı) yaratmaktadır. Bu farklı formların belli belirsiz kuşatılması (kuşatılışı), bir küp içinde bulunan silindirin bir silindir içinde bulunan bir kübe dönüştüğü ve bu süreç yaşanırken formları bir biri içine fırlatan kesintisiz bir akışın olduğu paradoks bir yolculuk (gidiş) yaratır. Dışsal ve içsel olan form ve içerik sonlu ve sonsuz olan kapanış ve açılış gibi. Kare içinde daire ve daire içinde kare sonsuz bir oyun içerisinde dönüşür durur.

Şekilde görülen Copenhagen’taki Louisiana Modern Sanat Müzesi’nde sergilenen Fraktal Küp’te bu zıtlıkların tümü kendi sınırlarına doğru itilir. (bkz. Şekil 29)¹⁰⁶ Bir Öklid ızgarası Fraktal Küp’ü kuşatsa da daha sonra Fraktal Küp tarafından kuşatılır. Böylece kendi iç mekân içerisinde kendi belirsiz iç sarmalları içinde kalır. Dış Fraktal Küp’te aynı anda yansımaların etkileşimi ve oynaşmaları sayesinde içeride kendisini edinir. Bakan kişinin içeride gördüğü şey başka deyişle bir kübü kuşatan bir ızgara olarak kendisinin dışarda tam olarak gördüğü şeydir. Tüm bu süreç bedenlerimizin bir iç alanı ya da dış alanıyla ilgili tüm düşüncelere dıştalar (meydan okur). Son çözümlemede bu stratejiler, başarısız olmaya mahkûm olan çabalar idi. Çünkü bildiğimiz gibi Gödel’den bu yana eşik ile ilgili sorunun büyüklüğü artan Fraktal Küp’lerin bitimsiz bir şekilde ya da sonsuza dek iç içe geçtiği bir sınırsız labirente sahip sonsuz bir yapı içerisinde sonsuz şekilde bitip tükenmeden ertelenir-ötelenir.

Fraktal Küp’te gözlemcinin ulaşabildiği yarık sistemin simetri olarak temel bütünsüzlüğü olarak temel ya da ana kırılışıdır. Bu kırık simetriyi yeniden kurmak için sistem bir başka sistem içine doğru sarılarak ve onun tarafından kuşatılarak sistemlerin sistemini, bir meta sistemini yaratarak, bakan kişinin durduğu yerdeki

¹⁰⁴ a. g. e. , 247 s.

¹⁰⁵ a. g. e. , 246 s.

¹⁰⁶ a. g. e. , 247 s.

girişe benzer girişler sonsuzluğunu kapsayarak, doğrudan doğruya sonsuz olan bir mekânlar sonsuzluğuna açılarak kırık simetriyi yeniden kurar. Sistemin ilk bütünsüzlüğünü hiç bozmadan ve tamamlamadan metasistemlerin içine sonsuza dek sokmak gereklidir. Bu üzeri kaplı küp dizisi dallanmalardan oluşan sonsuz bir labirent haline gelir. Dizinin bir küpten diğerine ilerleyişi ve dönüşümü bu yeni dallanma sonsuzluğuna ışık tutar ve önceki boşluğun her bir dallanışı içerisinde kuşatılırlar.

Başlangıçta sıkı bir blok ve şeffaf bir kafes başka bir deyişle hem kapalı hem açık olan bir nesne düzenle kaos arasında sonsuz şekilde büyüyen ve sonsuz şekilde küçülen devamlı bir geçiş halinde konumlanan Fraktal Küp çelişkili boşluklardan oluşan bir ağı açar. Bu boyutları imkânsız olan bir nesne ve bir uzaydan ibarettir başka deyişle çelişkili bağları ya da düğümlerinden dolayı çelişkili olan bir boşluğun ya da uzayın imkânsız kristalleşimidir.

Küp bir boşluktan başka hiçbir şeyi kuşatmaz. Sonsuzluğa doğru geliştiren veya devindiren geriye doğru olan işlemler izlenecek olursa hiçbir şeyliğin yüzeyindeki kıvrımlardan oluşan sonsuzluktan başka hiçbir şey elde edilmez. Küp hiçbir şeyi temsil etmemektedir. Ya da bizzat hiçliği temsil eder. Bir bölümü bir eldiven gibi içten dışa doğru ters yüz edilen sınırların örtüsü şeklinde genel ve yerel öz-bildirimle ilgili bir donanımdan başka bir şey değildir. Bu artık herhangi bir tuvalin olmadığı, ressamın el ve yüz hareketlerinin artık donmuş bir zaman anında asılı kalmadığı ve aynaların artık egemenlerin imgesini yansıtmadığı koşullarda Velasques'in resmindeki gibi çocuk figürlerini terk ettiği bir aşamada Las Meninas'ın baş döndürücü bir genişlemesini oluşturmaktadır. Artık bir özne ya da sahne yoktur; ya da konu yoktur ve artık hiçbir özgün bakış açısı yoktur. Bakan kişinin kimliği ve tüm yönlerden kendi yansımasıyla tüm yönlerden bakılan kişinin kimliği tehdit altındadır. Perspektifle ilgili olarak Lacan şöyle der: "Tek başıma bir noktaya bakıyorum ama her yerden bakıldığı bir dünyada her yönden ve her açıdan kendime bakılan bir dünyadan" Bu yeni paradigmada konu ve özne kaybolur ve katlanarak çoğalarak labirent içinde sonsuz bir şekilde odağından kopmuş bir bakış gezinir durur.¹⁰⁷

¹⁰⁷ a. g. e. , 248 s.

II.4 PLASTİK SANATLARDA FRAKTAL KAVRAMININ KULLANIMI

Fraktal geometri, doğadaki örnekleri ve desenleri taklit etmenin ötesindeki nedenlerle güzel sanatlarda kullanılmaktadır. Güzel Sanatlarda fraktal analiz iki aşamaya bölünebilir. Birincisi fraktal özelliklerin bilinçsiz kullanımı örneğin öz-benzerlik, dallanma, çatallanma süreçleri ve L sistemleri. İkincisi ise fraktal geometrinin bilinçli kullanımınıdır. Örneğin simetriyi bozup parçalamak kaotik şekilleri taklit etmek ya da bilgisayar grafikleri fraktal işlemleri kullanarak elektronik resim sürecini gerçekleştirmektir.¹⁰⁸

II.4.1 FRAKTALIN BİLİNÇSİZ KULLANIMLARI

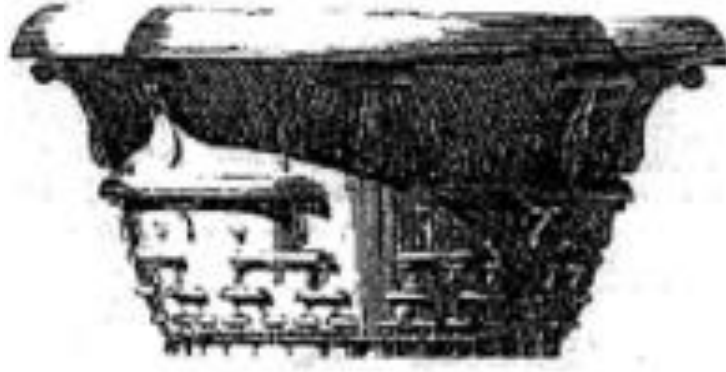
Farklı kültürlerde ve farklı sanat tarzlarında sayısız bilinçsiz fraktal bileşenin olduğu söylenebilir. Buna ilginç bir örnek Şekilde görüldüğü gibi bir Mısır tapınağındaki sütunun baş kısmıdır.(bkz. Şekil 30)¹⁰⁹ Bu kültürde beyaz lotus çiçeği evrenin gelişimini temsilde kullanılan antik Mısır kozmogonisi kapsamaktadır. Lotus çiçeğinin taç kısmı taç yapraklardan ve bunların içinde yine daha küçük boylu taç yapraklardan ve giderek küçülerek daha derinlerde ve daha küçük taç yapraklardan oluşmaktadır. Bu şekilde lotus çiçeği giderek küçülen ölçeklerde kosmosu yani evreni temsil etmektedir. Bu yaklaşım öz-benzerliğe tipik bir örnektir. Stilize edilmiş lotus taç yaprakları şekildeki Kantor 'un çubuğunun ilk birkaç aşamasına olan temsili benzerliği karşılaştırabiliriz. Şekil 31'de Mısır sütununun kantor çubuğuyla olan ilginç benzerlik görülmektedir.¹¹⁰ (bkz. Şekil 31)¹¹¹

¹⁰⁸ Miroslav M. Novak, **Thinking in Patterns, Fraktals and Related Phenomena in Nature**, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. U. K. , 2004, 178 s.

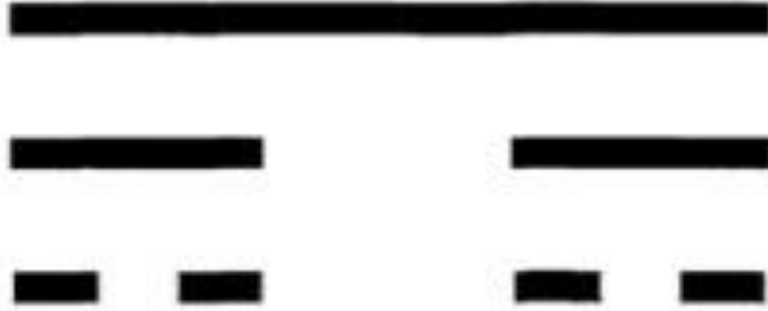
¹⁰⁹ a. g. e. , 178 s.

¹¹⁰ a. g. e. , 178 s.

¹¹¹ a. g. e. , 178 s.

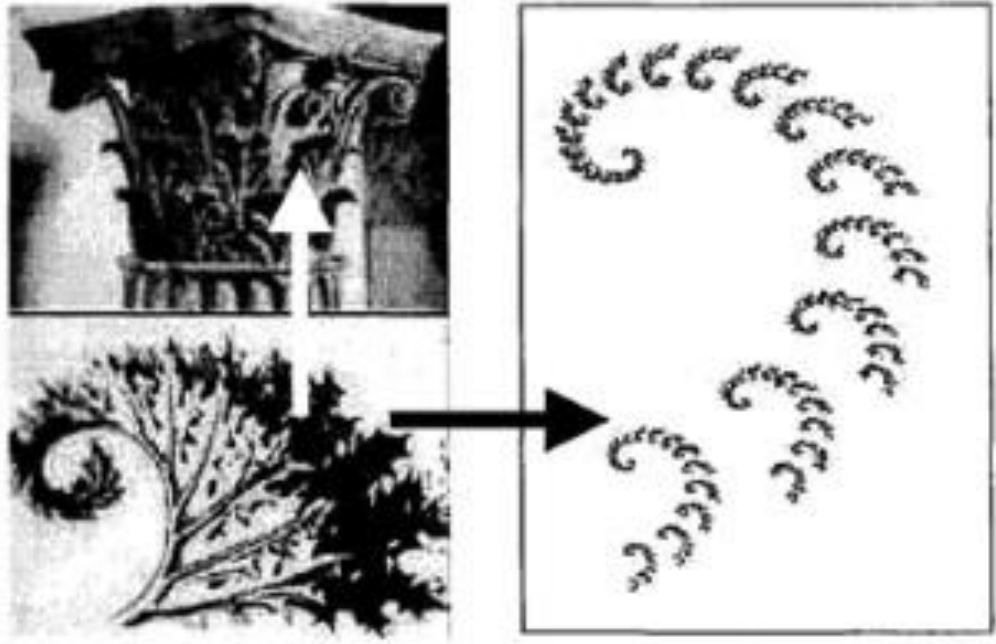


Şekil 30: Mısır Sütununun baş kısmı



Şekil 31: Kantor 'un Çubuğu

Şekil 32'deki imgeler, bir batı alınlığında bulunan diğer fraktal bileşenleri ve ayrıca doğal bir nesneyle ve bir fraktal nesneyle olan karşılaştırma ya da benzeşimi yansıtmaktadır. Öz-benzer şekillerde aynı zamanda Gotik ve Barok sanatta da bulunmaktadır.



Şekil 32: Bir batı alnlığında bulunan diğer fraktal bileşenler

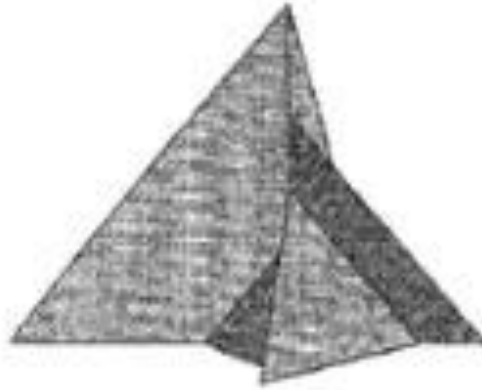
Şekilde doğal bir nesne ile fraktal bir nesne görülmektedir.(bkz. Şekil 32)¹¹² Afrika'dan geometri adlı çalışmasında matematikçi Paulus Gerdes, Sahra çölündeki güney insanları tarafından yaratılan geometrik fikirlerle dolu büyüleyici bir gezintiyi tanımlamaktadır. Buradaki dokunmuş desenlerde çözülmesi gereken şifreler, kıvrık nesnelere, kumdaki çizimler ahşap modeller ve diğer ürünler dikkati çekmektedir. Gerdes, kaya resimleri ve kaya üzeri kabartmalardan seramik toprak, kap kacak ve elde örülmüş eşyalara kadar çok çeşitli geometrik süslemeli eski eseri tanımlamaktadır. Bunların bir kısmı 2000 yıllıktır. Gerdes ayrıca Afrika Sanatları'daki bazı ilginç fraktal unsurları da tanımlamaktadır. Özellikle Makhuta dilinde Eheleo diye adlandırılan pramid şeklinde örülmüş bir sepet ilginçtir. Bu çalışma günlük yaşamda tuz üretiminde bir baca olarak kullanılmaktadır. Bu çalışmayı Kuzey Mozambik'de Güney Tanzanya'da the Kongo/Zaire ve Senegal'de görebilmekteyiz.

¹¹² a. g. e. , 179 s.



Şekil 33: Eheleo

Şekilde görülen Eheleo aşağıdan yukarıya dardan bir piramit şekilli bir yapıdır.(bkz. Şekil 33)¹¹³ Alt kısmı eşkenar üçgen olup diğer üç yüzeyi de ikizkenar üçgenlerden oluşmaktadır.



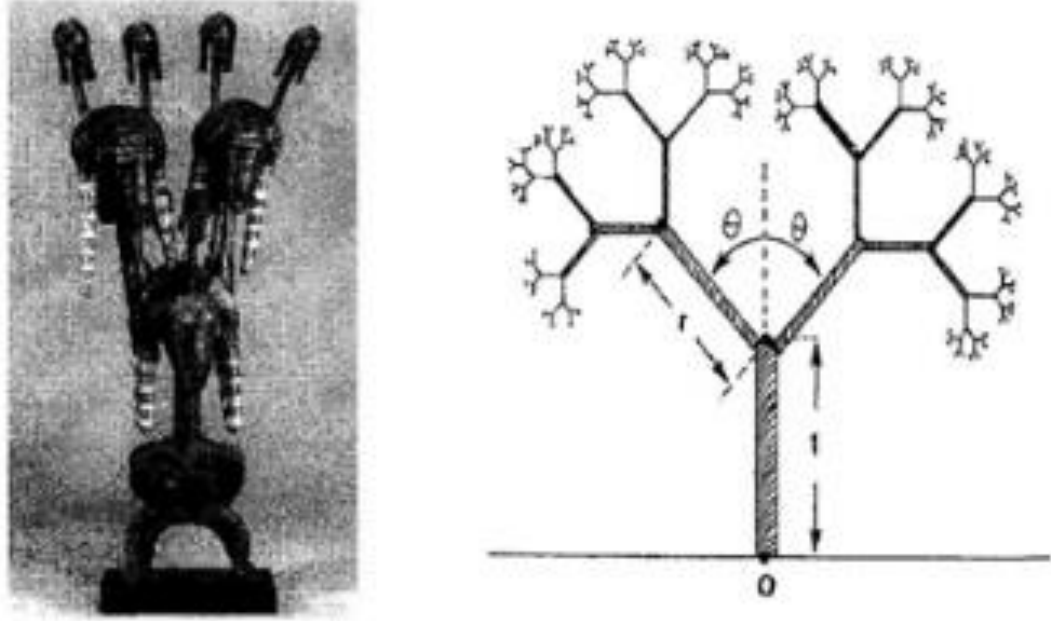
Şekil 34: Eheleo' nun dik açılarını ortaya koyan bir yapı

Şekilde Eheleo'nun dik açılarını ortaya koyan bir yapının kompozisyonu sunulmaktadır ve burada öz-benzerlik düşüncesinin Afrika sanatında bilindiği ortaya çıkmaktadır.(bkz. Şekil 34)¹¹⁴ Gerdes yapıya eklenen her bir yeni piramidin üç boyutlu olarak son piramidin sabit kısmını oluşturduğunu vurgulamaktadır(şekilde bu oran 2/3). Eheleo piramitleriyle fraktal bir mimari yapı oluşturmanın bir başka

¹¹³ a. g. e. , 179 s.

¹¹⁴ a. g. e. , 179 s.

yolu da, kendi eşkenar üçgen tabanları üzerine farklı boydaki Eheleo piramitlerinin yerleştirmesidir.¹¹⁵



Şekil 35: Afrika heykeli ve fraktal ağaç

Fraktal ikili ağaç benzerliği Afrika heykeline dikkati çekmektedir. Diğer fraktal bileşenleri Moritanya taş eserlerinde, Tuvarekler (Tuareg) geri çalışmalarında ve Gana heykellerinde Sierpinski'nin tetrahedronu biçiminde görebilmektedir. Şekil 35'te¹¹⁶ bir Afrika heykeli ve bir fraktal ağaç görülmektedir. Japon sanatlarında Hokusai'nin yarım küre tavalarında (küre tava yemekte kullanılıyor) öz-benzerlikli spiraller ve çatallı yarıklı yapılar görülebilmektedir. Hokusai'nin tam ismi Katsushika Hokusai olup Japon ressam ve ahşap oymacı olarak şimdiki adı Tokyo olan Edo kentinde doğmuştur. Hokusai Ukiyo-e başka deyişle günlük yaşam şeklindeki “yüzen dünya havada” resimlerindeki çarpıcı figürlerden biri olarak düşünülmektedir. Hokusai 1775'te Katsukawa Shunsho'nun stüdyosuna girerek burada ahşap kesme baskı çalışmaları kapsayan yeni popüler teknikleri öğrenmiştir. 1796 ile 1802 arasında Hokusai, esin kaynağı Japon halkının gelenekleri efsaneleri

¹¹⁵ a. g. e. ,179 s.

¹¹⁶ a. g. e. ,180 s.

ve yaşam tarzı olan sayıları 30,000 kadar olan çok sayıda kitap kapağı ve kitap sayfası çiziminin yanı sıra renkli baskı resimler de üretmiştir. Hokusai 1830 ile 1840 arasında ahşap blok baskılar ipek film baskılar ve peyzaj boyama resimler gibi tipik çalışmalar yapmıştır.



Resim 2: Hokusai, Büyük Dalga



Resim 3: İpek üzerine Japon öz-benzer spiraller

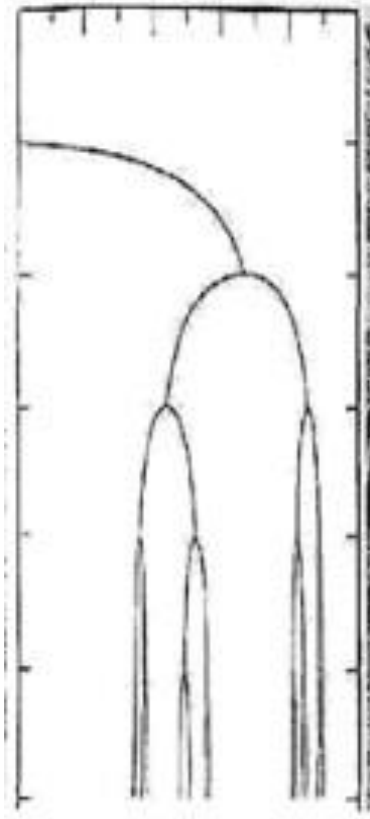
Şekilde 1831 tarihli büyük dalga diye bilinen Kanagawa'dan kopan dalga çalışması görülmektedir.(bkz. Resim 2)¹¹⁷ Hokusai'nin Fuji Dağı'nın toplam otuz altı görünümünü kapsayan ahşap blok baskılar Japon baskı boyama sanatının zirvesini oluşturmaktadır. Bunların orijinali Japonya'da Hakone Müzesi'nde saklıdır. Büyük dalga adlı çalışmasında girdap yapan ve korkunç şekilde kırılan dalgalar arasında üç kayık betimlenmektedir. Kayıklar kırılan dalgaların şekliyle bütünleşmektedir. Birkaç insan deva sal dalgaların altında sağa sola savrulmakta görülmektedir. Resim 2'yi dikkate aldığımızda bir takım farklı öz-benzer spirallerin varlığını algılayabiliriz. Bu fraktal desen resimde görüldüğü gibi ipek üzerine yapılmış diğer Japon eserlerinde bulunmaktadır.(bkz. Resim 3)¹¹⁸



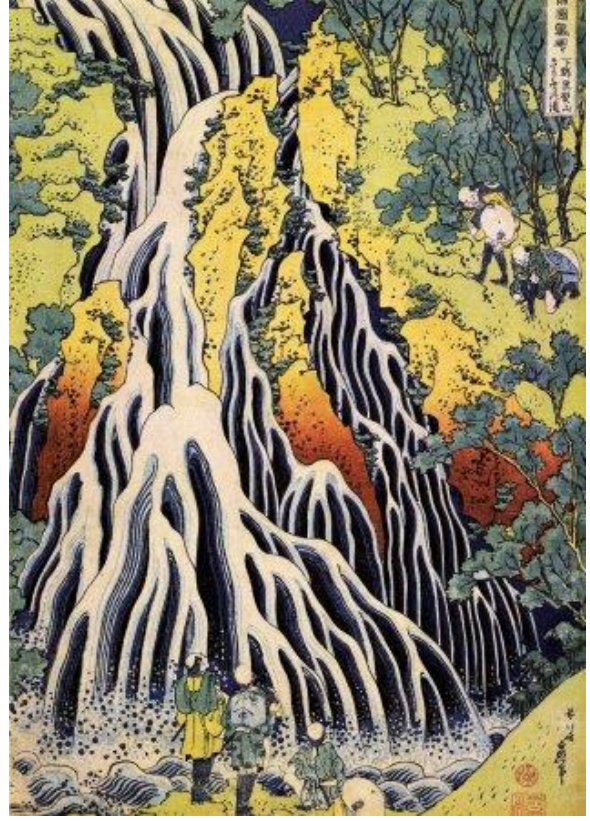
Resim 4: a) Hokusai'nin Amida Şelale'lerinin

¹¹⁷ a. g. e. , 181 s.

¹¹⁸ a. g. e. , 181 s.



Şekil 36: İkinci dereceden uyumlu fonksiyon (Sol)



Resim 5: Hokusai'nin Shimotsuke'deki Kurokami Dağı'ndaki Kirifuri Şelalesi¹¹⁹ (Sağ)

Resim 4'te görülen 1834-1835 tarihli Amida çalışmasında Hokusai, şelalerin şekil 36'da görüldüğü gibi ikinci dereceden uyumlu işlev olarak tanımlamaktadır.(bkz. Şekil 36, Resim 5¹²⁰) Hokusai'nin 1832 tarihli Shimotsuhe eyaletindeki Kurokami dağında bulunan Kirifuri şelalesinde bu şelalenin gerçekçi bir betimlemesi yapılmakta olup Nikko'da bunlardan toplam üç tane bulunmaktadır. Özellikle ilgi çeken şey çatal çatal biçimli fraktal bir sürece olan benzerliktir. Bu eser şu an Amerika'da, Kansas City, Nelson-Atkins Sanat Müzesi'nde bulunmaktadır.¹²¹

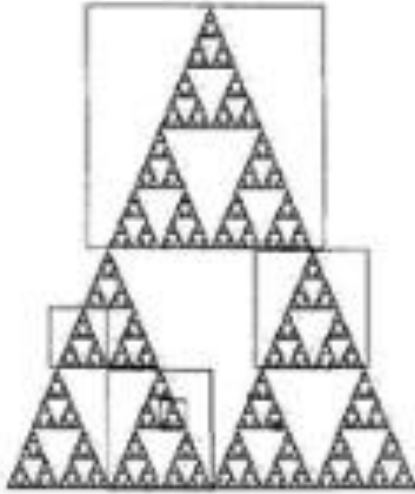
¹¹⁹ a. g. e. , 181 s.

¹²⁰ a. g. e. , 181 s.

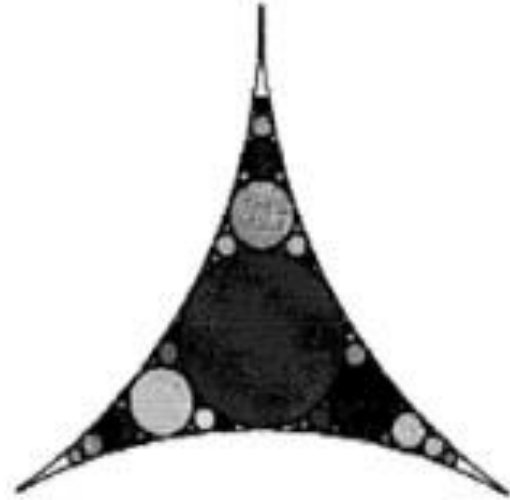
¹²¹ a. g. e. , 180 s.



Şekil 37: Zarif mozaik



Şekil 38: Sierpinski fraktal contası



Şekil 39: Apollon contası

Batı sanatında İtalya'daki Anagni Cathedral'inde el yapımı en eski fraktal nesnelere görebiliriz. 1104'te yapılan katedralin içinde şekil 37'de görülen zeminde zarif mozaik süslemeler mevcut olup bunların her biri şekil 38'de görüldüğü gibi

Sierpinski fraktal contası formunda olup, şekil 39’da görülen Apollon contasıdır.¹²²(bkz. Şekil 37, 38, 39)¹²³

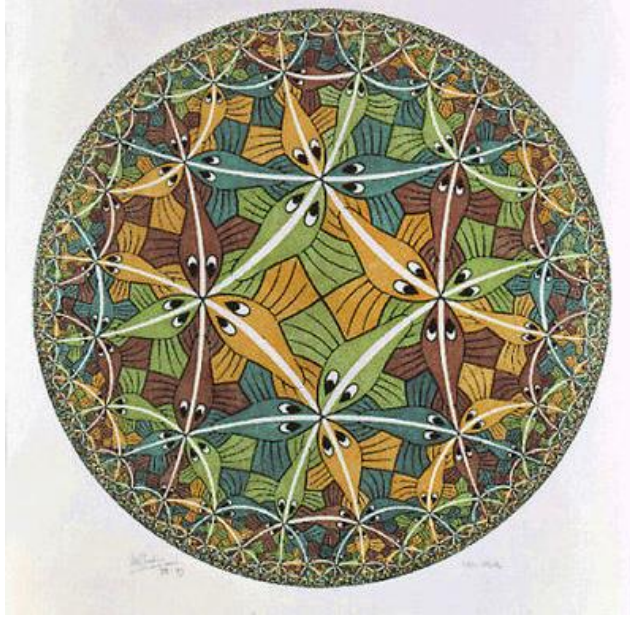
Hollandalı grafik sanatçısı Maurits Cornells Escher 14. yüzyılda Arap ve Endülüs Sarayları’ndaki güzellikle karşılaştığında bu fraktal geometriyle büyülenmiştir. Ayrıca Saraylar’ın pek çok yüzeyini süsleyen dekoratif majolika seramikleri ilgisini çekmiştir. Escher’in yaşamı üzerinde büyük etki yapan bir yapıda İspanya Granada’daki Endülüs dönemine ait Elhamra Sarayı olmuştur. Kuzey Afrika’dan farklı olarak Escher, seramik versiyonlarında yılan, bukalemun, sürüngenler, kuşlar, hayaletler gibi fanteziyle yarattığı nesnelere kullanmıştır. Öklid düzleminin bölümlenmelerini kullanarak bir dizi çalışma gerçekleştirmiştir. Fakat son eserlerinin düşük kalitesi onu mutlu etmemiştir.

Sanatçı Polya’nın 1924’teki düzlem simetri grupları üzerine makalesini okuduğunda Polya’nın çalışmalarında tanımlanan, bulutların soyut kavramlarını anlamamış bunun yerine burada bulunan on yedi düzlem simetri grubunu kavrayabilmiştir. 1937 ile 1941 arasında Escher, simetri tiplerine adanan kırk üç renkli çizimi oluşturan olası periyodik çini (seramik) üzerinde çalışmıştır. Sonraki yıllarda Escher bu on yedi simetri grubunun her birinden yararlanarak sayısız ahşap kesme çalışması üretmiştir. Bu kapsamlı araştırmalar 1941’de zirveye ulaşmış ve ilk el yazmalarında asimetrik uyumlu poligonları olan “düzlemin düzenli bölünmesi” adlı çalışmayı yazmıştır. 1958’de sanatçı İngiliz matematikçi Harold Scott MacDonald Coxeter ile tanışarak ikili ömür boyu arkadaşlık yapmıştır. Escher, Coxeter’in yazdığı bir makaleyi okumuş ama yine metnin içeriğini kavrayamamış yine de makaledeki diogramları gözlemleyerek hiperbolik mozaiklendirme ile ilgili kuralları çözümleyebilmiştir. Hollandalı sanatçı Escher, hiperbolik geometride yüksek kaliteli eserleri yapabilme yöntemini anlamıştır. Bu yüzden Coxeter’e teşekkür ederek Escher ona 1958 tarihli Coxeter’in makalesinde sunulan Poincare modeliyle gerçekleştirilen “Daire Sınırı/Circle Limit” adlı çalışmalarının bir kopyasını yollamıştır.¹²⁴

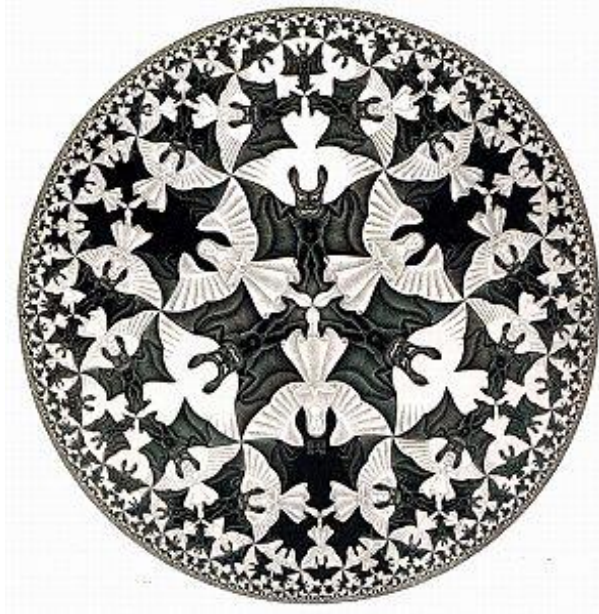
¹²² a. g. e. ,181 s.

¹²³ a. g. e. ,182 s.

¹²⁴ a. g. e. ,182 s.



Şekil 40: Circle Limit III



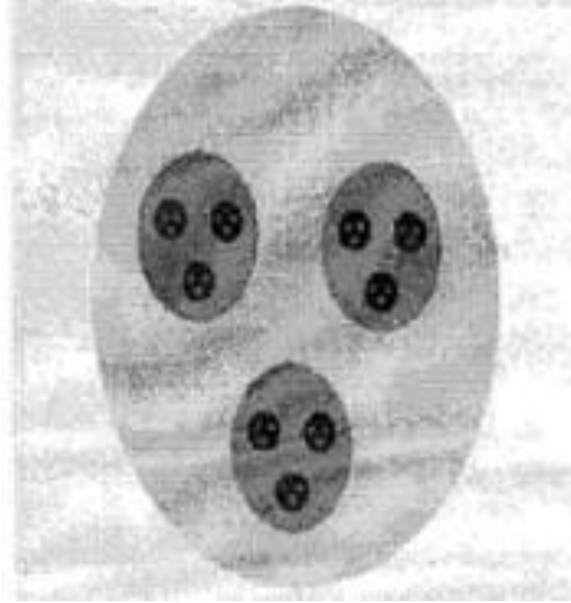
Şekil 41: Circle Limit IV, Cennet ve cehennem

Escher hiperbolik geometriyle daha pek çok baskı eser üretmiştir. Escher, fraktal geometriyi ve öz-benzerlik kavramını bilinçsiz bir şekilde kullanmış olsa da kabartma çalışmaları dahilinde bunlardan söz etmemiş bununla birlikte öz-benzerlik kavramının özelliği Şekil 40’te görülen 1959 tarihli Circle Limit III ve cennet ve

cehennem adlı 1960 tarihli çalışmada Circle Limit IV çalışmalarda açıkça görülmektedir.¹²⁵ (bkz. Şekil 40, 41)¹²⁶



Resim 6: Savaşın Yüzü



Şekil 42: Fraktal bir küme

¹²⁵ a. g. e. , 182-183 s.

¹²⁶ a. g. e. , 183 s.

İspanyol sürrealist ressam Salvador Dali bir takım fraktal bileşenleri çalışmalarında uygulamıştır. Tuval üzerine yağlıboya çalışma olan “Savaş’ın Yüzü” adlı 1940 tarihli çalışma da sanatta öz-benzerliğe tipik bir örnektir. (bkz. Resim 6)¹²⁷ Burada şekilde görüldüğü gibi kafataslarının diğer kafataslarının içine yerleştiği “Rus taş bebek” ‘te olduğu gibi geometrik temsilden yararlanılmaktadır. Bu tür yerleştirme, savaşın dramatik yönünü gösteren şoke edici bir manzara yaratır. Dali’nin resmi fraktal açıdan bakıldığında Şekil 42’de görüldüğü gibi Dali’nin çalışmasına uyan belirli özellikte bir fraktal küme algılanabilmektedir. Resim 6’da Dali’nin “Savaşın Yüzü” ve şekil 42’de ¹²⁸ Dali’nin çalışmasıyla ilgili fraktal küme görülmektedir.¹²⁹

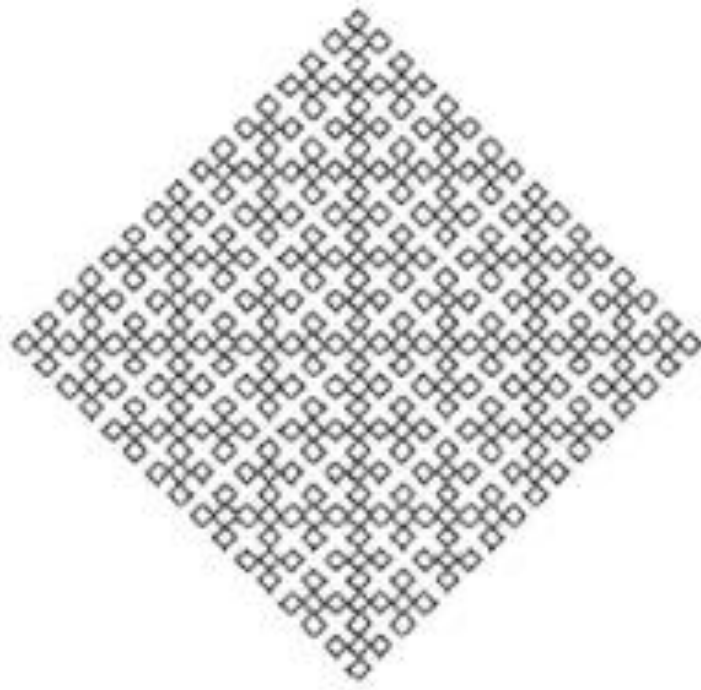
Hint sanatlarında fraktal geometriyle ilişkili olan karmaşık içi içe geçmiş eserleri görmek mümkündür. Bunlara Hindistan’da “Kolam” adı verilir. Bu çalışma güney Hindistan’daki köylerdeki evlerin kapı basamaklarını saray ve adliye binalarının zeminlerini süsleyen dekoratif çizimdir. Kolam Hindistan’ın pek çok bölgesinde farklı isimlerle tanınmaktadır. Andrapradesh’de Muggulu, Karnataka’da Hase, Uttar Pradesh’te Chowkpurna, Gujarat and Maharashtra’ta Rangoli, Bengal and Assam’da Alpana diye adlandırılmaktadır. Yaklaşık beş bin yıllık tarihi olan bu sanat, birçok eski Sanskrit metinlerde açıklanmaktadır. Kolam 3x3 metrelik bir alanı kaplayabilmektedir. Kendi içinde pek çok kez tekrarlanan çizgi, nokta, kare, daire, üçgen, lotus çiçeği, deniz kabuğu, yaprak ve çiçek gibi desenleri içeren ve birbirlerine çok karmaşık biçimde bağlanan bazı küçük geometrik desenlerden oluşmaktadır. Kötü ruhların içeri girmemesi için çizgiler arasında hiçbir boşluk bırakılmamaktadır. Geometrik desenlerin evlerin giriş kısmına beyaz pirinç unuyla oluşturularak Tanrıça Lakshmi eve davet ettikleri böylece evdeki kötü ruhları Tanrıça Lakshmi’nin kovalayacağı şeklindeki Hindu inancı tema olarak kullanılır. “Kolam” iyi umutları davet eden bir semboldür, ve kadınlara özgü sanatsal ifadenin en önemli araçlarından biridir. (bkz. Şekil 43, 44)¹³⁰

¹²⁷ a. g. e. , 183 s.

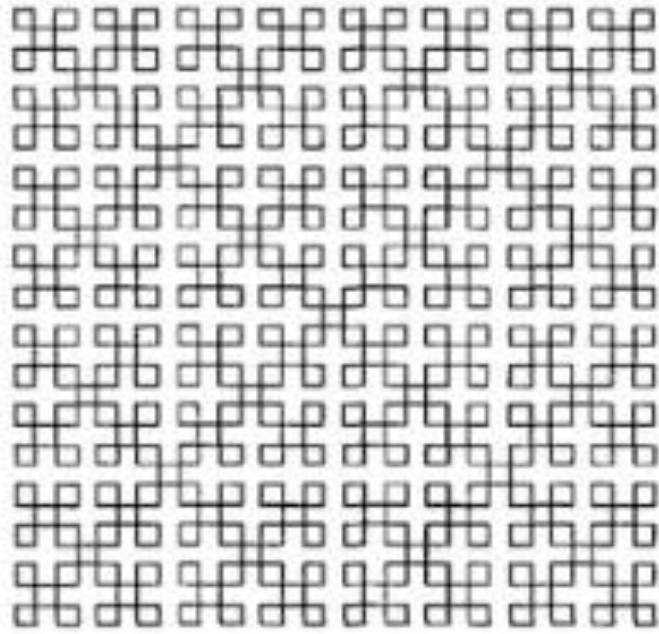
¹²⁸ a. g. e. , 183 s.

¹²⁹ a. g. e. , 183 s.

¹³⁰ a. g. e. , 184 s.



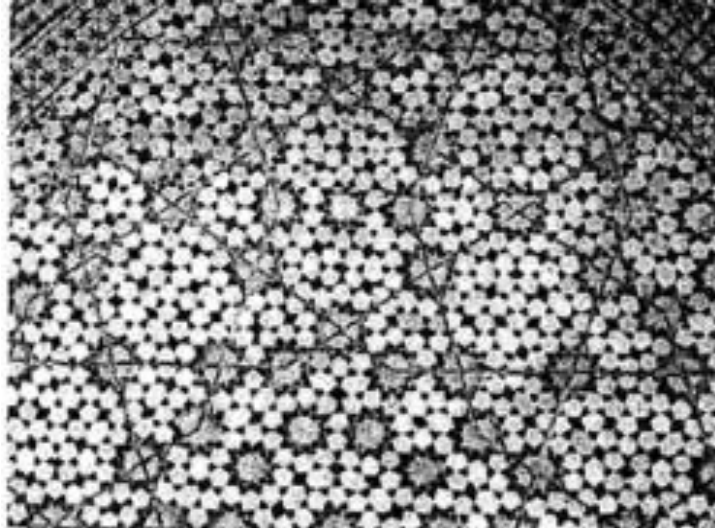
Şekil 43: İki Kolom örneği, Krishna 'nın çorapları



Şekil 44: Yılan

Klasik İslam Sanatı'nda süslemeler Hindistan'daki büyük Mughal kapı yollarının oyma mermer panellerinden kaynaklanan her sanatsal ifade görülebilen anlamlı bir değere sahiptir. Ayrıca İran'daki Mescitler'in mavi seramik çinileri Suriye'deki zarif dekoratif sanat eserleri de aynı sanatsal ifadenin dışavurulan değerini yansıtmaktadır. Klasik İslam Sanatı'nın her eserinde ve nesnesinde tarz kompozisyon ve prensip olarak arabesk görülebilir. İslam Sanatı'nın özelliği, çiçekler yaprak ve dal kıvrımları ve soyut geometrik desenlerin yaygın kullanımı şeklinde geometrik ya da bitkisel elemanlardan oluşan örneklerle yüzeylerin örtülmesi tercihidir. İslam Sanatı'nda güçlü şekilde kökleşmiş olan kompozisyondaki yoğun denge duygusu ile birlikte geometri ilkeleri görülebilmektedir. El-Said ve Parman, geometrik kare şeklinde ızgaraların düzenli bir dizilim halinde tekrarlanan aynı birimler şeklinde parçalara bölüdüğü bir sistemi öngörmüşlerdir. Kaligrafî, çiçek çizimleri ve geometrik örnekler şeklinde İslam'a özgü iki boyutlu sanatsal dışavurumun üç temel alanı bulunmaktadır.¹³¹

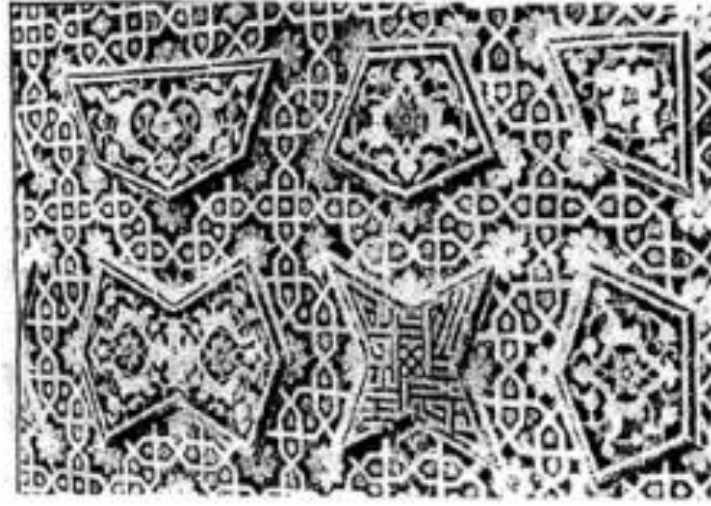
Jay Bonner¹³², on dördüncü ve on beşinci İslami geometrik süslemelerde üç öz-benzerlik geleneğini analiz etmiştir. Bonner, üç tip öz-benzer İslami geometrik desen tanımlamıştır. Birincisi temel tekrarlı geometrik desenle kanalize edilmekte küçülen oranda ikinci geometrik desen birincisiyle aynı geometrik özellikleri taşımakta ve Şekil 45'te görüldüğü gibi temel desenin tüm arka planını kaplamaktadır.



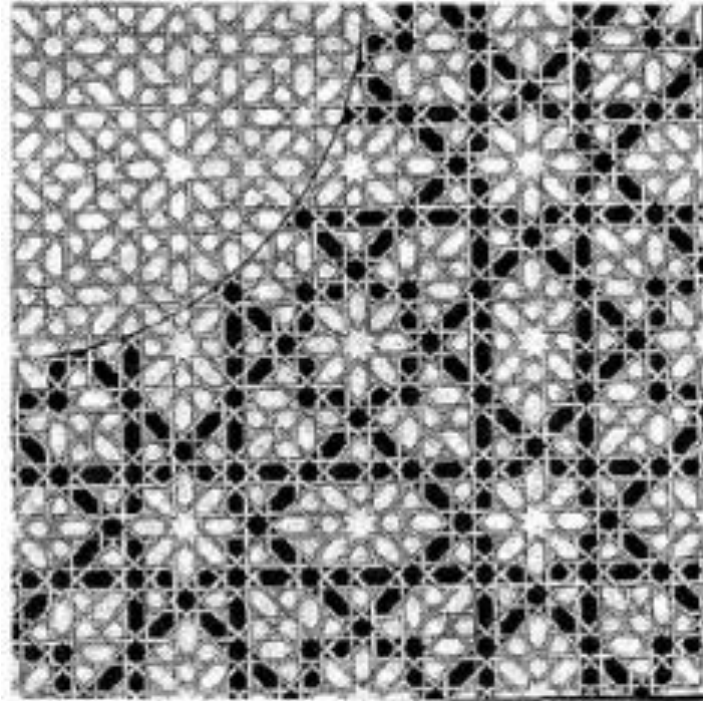
Şekil 45: Öz-benzer A tip desen

¹³¹ a. g. e. ,184 s.

¹³² Detaylı bilgi için bkz. (<http://bonner-design.com/wp-content/uploads/2011/10/CV-111011.pdf>)



Şekil 46: Öz-benzer B tip desen



Şekil 47: Öz-benzer C tip desen

Bonner, şekil 45'te görülen tip A şeklinde öz-benzer desenler gibi çizimlere işaret etmektedir. Bonner'in Şekil 46'de görülen ikinci tip diye adlandırdığı şey öz-benzer tip iki ya da tip B diye tanımladığı çizimler temel geometrik örneğe göre, çizgiler genişleyerek ikinci bir geometrik deseni sağlayan giderek temel desenin küçültülmüş oranda aynı geometrik özelliklerini taşıyan bir orana kadar

tekrarlamaktadır. Bonner'in üçüncü tip dediği Şekil 47'de görülen tip C öz-benzer desenler İspanya'da Endülüs ve Fas'ta bulunmaktadır. Bu bölgedeki öz-benzer desenler renk kontrastlığına dayanmakta olup, asıl deseni özellikle vurgulamayı amaçlamaktadır. Şekil 47'de C tip desenlerine bir örnek verilmektedir. Şekil 45'te İran, Isfahan'da Drab-i Imam'dan alınan tip A şeklinde öz-benzer desen görülmektedir. Şekil 46'de yine İran Isfahan'da Masjid-i Cami alınan B tipi öz-benzer desen sunulmaktadır. Şekil 47'de İspanya Seville'deki Alcazar'dan alınan tip C şeklinde bir öz-benzer desen görülmektedir.¹³³ (bkz. Şekil 45, 46, 47)¹³⁴

II.4.2 FRAKTALİN BİLİNÇLİ KULLANIMLARI

Vincent Van Gogh'un kaotik şekilli yıldızlar ve nesnelere etrafında hareket eden yoğun enerji sarmallarını ve Jackson Pollock'un bir çeşit karmaşa olarak tanımlanan daldırma damla boya resimlerini dikkate alabiliriz. Van Gogh ve Pollock fraktal geometriyi bilinçsiz şekilde kullanmış olsalarda günümüzde yirminci yüzyıl başlarında güzel sanatlarda fraktal geometrinin bilinçli kullanımı söz konusudur. Bugünün sanatçıları fraktal geometrinin özelliklerinin estetik bir duygu içerdiğini görmekten büyük heyecan duymaktadırlar. Bu yüzden fraktallerin yükselişi çağdaş sanatçıları için sanatı demokratikleştiren ve ciddi bir soruyu gündeme getiren anlam taşımaktadır.



Resim 7: Ernst's Yağmur Sonrası Avrupa II (1940-42)

¹³³ Miroslav M. Novak, **Thinking in Patterns, Fraktals and Related Phenomena in Nature**, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. UK., 2004, 185 s.

¹³⁴ a. g. e., 185-186 s.

Alman şair ve ressam Max Ernst dada hareketinin bir üyesiydi. Daha sonra sürrealist olmuştur. Max Ernst kurgulanmış tasarlanmış düş benzeri dünyaları içeren dokusal imgeleri gerçekleştirmek için cıvık cıvık parmaklama yöntemi uygulamıştır. Bu yöntem çeşitli sanatçılar tarafından özellikle “decalcomania” adı verilen teknikle birlikte kullanılmıştır. Max Ernst’in bu konuda bazı eserleri şunlardır: 1940 tarihli mitolojik kadın figürü, 1940-42 tarihli Yağmur Sonrası Avrupa II’dir. (bkz. Resim 7)¹³⁵ 1949 tarihli Üç İyi Huylu Selvi Ağacı ve 159 tarihli Mavi Dağ ve Sarı Gökyüzü adlı eserlerdir. Max Ernst "frottage", adı verilen yöntemde öncü idi. Bu yöntemde bir kağıt parçası ve bir nesnenin yüzeyine yerleştirilir sonra kurşun kalemle yüzeyin dokusu oluşturulana kadar çizilir. Oscar Dominguez (1906-1958) bu yöntemi kurşun kalem ve boya yerine mürekkep kullanarak 1936 tarihli “Decalcomania”, 1936 tarihli “Lim Bisikleti” adlı çalışmaları üretmiştir.

1960’ların sonlarında, Larry Poons (1937) kendisine özgü basit “nokta ve damla” resim tekniğini terk ederek sanat eleştirmenlerinin “jeolojik, alüvyal ve çamurlu” diye tanımladığı daha çok karmaşık dokulu eserleri üretmiştir. Poons, sünger parçaları polyester lifleri ve benzeri hafif malzemelerden alt yüzeyi destekleyerek bir tuval oluşturdu. Sonra bu tuvali dikey konumda asılı tutarak bunun üzerine boya erimiş boya parçaları fırlattı. Boyanın rengi ve yoğunluğu konusunda deneyler yaparak her ilave arasında geçen boya kuruma süresini boya fırlatmanın gücü ve yönünü yağlıboya parametreleri olarak hesapladı. Ortaya çıkan ürün geniş boya parçaları ve bunların etrafında daha küçük boya parçalarının oluşturduğu hal ile ilginç bir desen elde etti. Poons, bir çeşit öz-benzerlik parametresini kullandı Daniel Robbins ise Poons’un çalışmasını fraktal olarak tanımlamıştır.¹³⁶

II.5 FRAKTAL SANAT VE FRAKTAL SANATÇILAR

Fraktal sanat, fraktal geometri kaos teorisi ve karmaşıklık teorisinden kaynaklanan kavramlara dayanan sanatsal bir uygulamadır. Bu süreçte sunulan her bir sanatçı kendi bireysel, sanatsal dışavurumunu ve tarzını hedeflemekte buna karşın karmaşık formlar öz benzerlik temaları aynı boylarda büyüme veya küçülme düzen

¹³⁵ a. g. e. ,187 s.

¹³⁶ a. g. e. ,186 s.

ve düzensizlik ve mikrokozmun makrokozla olan ilişkisinin keşfedilmesi çabalarında ilgi olarak diğer sanatçılarla temas halindedir.

Fraktal sanatçılar, kendi çalışmaları yoluyla Dünya'nın fraktal bir imgesini yansıtmaktadır. Fraktal sanatçıların yansıttığı dünya, mekanın ya da uzamın fraktal hale geldiği, içine doğru patladığı yoğunlaştığı hiperaktif hale gelip parçaların ana bağlantılarının kurulduğu bir dünyadır. Fraktal sanatçı mekanın artık minimalist, ekspresyonist ya da kavramsal olarak düşünülmemeyeceğini vurgular. Bunun yerine çağdaş fraktal sanatçılar algıladıkları anda ve biçimde kendi zamanlarındaki üç boyutluluk durumunun kendi fraktal boyutları ve nitelikleriyle, yansıtmayı amaçlarlar. Fraktal sanatçı ölçülebilirlik, kestirilebilirlik ve öngörülebilirlik kavramları temelinde formüle edilebilen Dekart felsefelerinin ipucu olarak Öklid formunun ütopyacı yanını görmektedir. Fraktal sanatçı Dekart modelinde insan doğasının yanı sıra fiziksel evrende gözlemlendiği şekilde gerçekliğin düzensizliğin ve dinamiğin ötelendiğine inanmaktadır. Fraktal sanatçı, doğal uzayı (doğal uzamı) doğal ortamı bozabilen genişleyen kent ortamında var olan doğa formlarının iç içe geçmiş labirentlerinden oluşan karmaşık çağdaş kent mimarisinin sanatçıdaki görüngülerini yansıtmaktadır. Paradoksal olarak ise doğadaki fraktal mekânların yerini dinamik toplumun fraktal mekânları almaktadır.¹³⁷

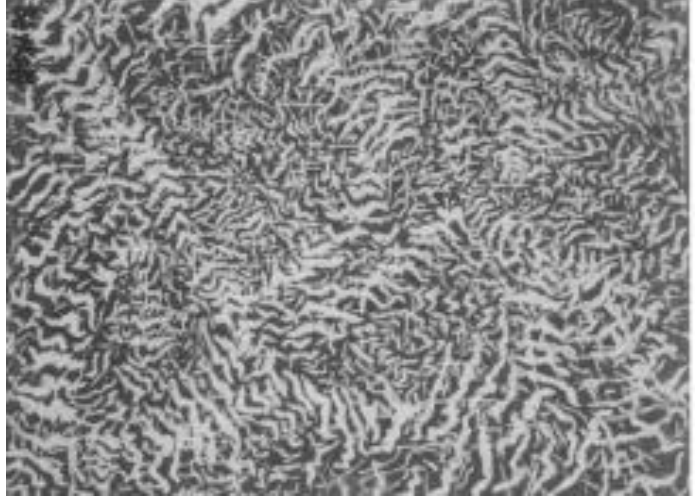
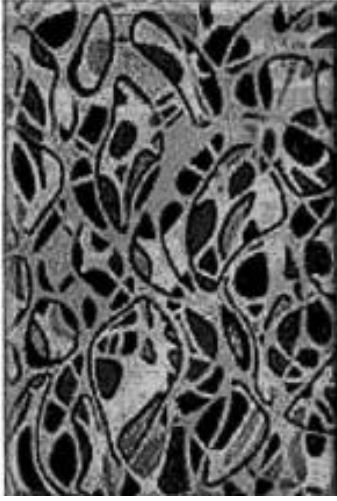
II.5.1 EDWARD BERKO

New York'lu sanatçı Edward Berko fraktal resimle çalışmaya başlayan ilk Amerikalı sanatçılardan biridir. Ahşap üzerine yağlı boya ile resim yapan Berko, kendi etrafındaki olup biten dünyadaki gözlemlendiği form ya da biçim fraktallığını belgeleyip yansıtmaktadır. Berko eserlerini açıklarken doğanın tüm süreçlerde fraktalleri yarattığını, bir ormanın oluşumunun, duvardan eskiyip koparak düşen boya ya da badana parçasını yoldaki kırıklarını, deliklerini gökyüzündeki bulutları, giderek yaşlanıp eskiyen ahşap parçaları, fraktal unsurlar olarak gözlemlendiğini belirtmektedir.¹³⁸ (bkz. Resim 8)¹³⁹

¹³⁷ Susan Condé, **The Fractal Artist**, The Mit Press, U. A. S. , 2014, 3 s.

¹³⁸ a. g. e. , 3 s.

¹³⁹ Miroslav M. Novak, **Thinking in Patterns, Fraktals and Related Phenomena in Nature**, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. U. K. , 2004, 187 s.



Resim 8: Berko's fractal painting (Sol)

Resim 9: E. Berko, "Kadmiyum Portakalı", 1996, Ahşap Üzerine Yağlıboya, 12,92 x 91,44 cm (Sağ)

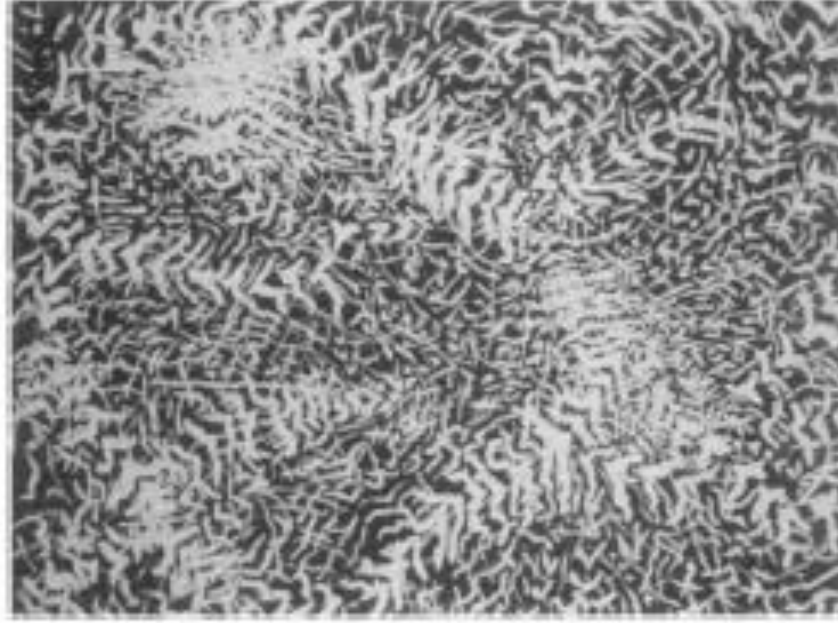
1996 tarihli "Cadmium Portakalı" adlı çalışma (Resim 9)¹⁴⁰ sanatçının (1995-1996) tarihli fraktal diziler adlı eserinden alınmıştır. Bu dönemde sanatçı çalışmalarında detay miktarını arttırarak mikrokozmoza eşdeğer olan makrokozmoz niteliği yüzey üzerinde vurgulamıştır.



Resim 10: Edward Berko, "Gecenin Gölgesi", 1999, Ahşap Üzerine Yağlıboya, 182,88 x 91,44 cm

¹⁴⁰ Susan Condé, **The Fractal Artist**, The Mit Press, U. A. S. , 2014, 5 s.

“Gecenin Gölgesi/L'ombre de la nuit” sanatçının fraktal dizileri adlı çalışmasından alınmıştır.(bkz. Resim 10)¹⁴¹ Çalışma Berko'nun 1990'ların ortalarında üretmeye başladığı daha geniş bir çalışma grubunun bir bölümüdür. Renkler, doğada ve insan zihnindeki bir fraktal varlığa uyumlu olan gölge ve izleri akla getirmektedir.



Resim 11: “Sarı İlkbahar“, 1991, Ahşap Üzerine Yağlıboya, 121,92 x91,44 cm

“Sarı İlkbahar” ise sanatçının fraktal dizisinden alınan bir başka çalışmasıdır. (bkz. Resim 11)¹⁴² Bu çalışma sanatçının dünya da karşılaştığı bozuk düzen formlarının kutlanması ve bununla ilgili mutluluğu yansıtmasıdır. Baharın geliştiği kozmozun ya da evrenin dinamik yapısı yeniliğin doğrulanması ve bir rönesans nedenidir.¹⁴³

II.5.2 JEAN-PAUL AGOSTİ

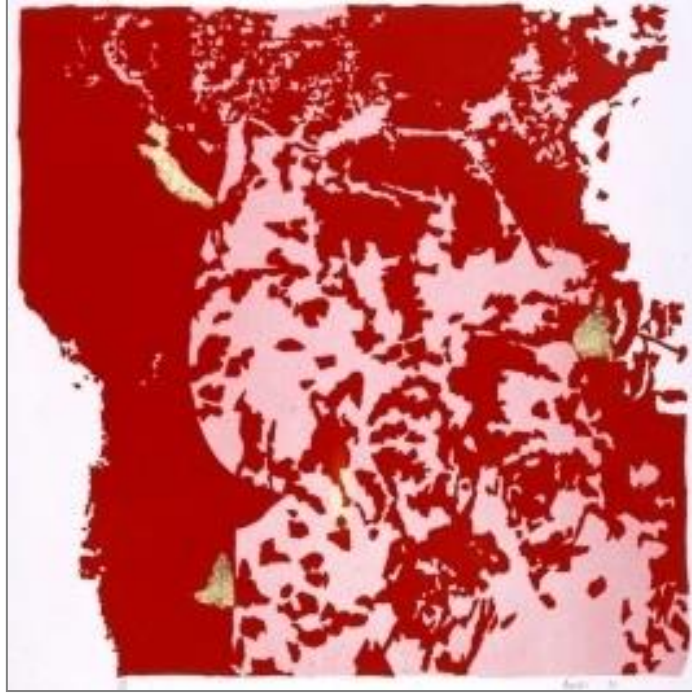
Jean-Paul Agosti'nin resimleri düzen ve düzensizlik gibi çatışan güçlerin bir ifadesi olarak bahçenin görüntüsüyle ilgili metaforları yansıtmaktadır. Agosti

¹⁴¹ a. g. e. , 5 s.

¹⁴² a. g. e. , 5 s.

¹⁴³ a. g. e. , 5 s.

muhtamelen fraktal formu keşfedip araştıran ilk Fransız ressam olup 1980'lerin başlarında matematikçi Mandelbrot ile dostluk geliştirmiştir. Agosti'nin resimleri Yunan mitolojisindeki tanrılara dayanarak hayali bahçe serileri oluşturmaktadır. Lirik fakat formel olan Agosti resimleri fraktalliğin sanatsal olasılıklarına yönelik bir kutsal kitap olarak düşünülebilecek müziksel bir görsellik taşımaktadır.¹⁴⁴

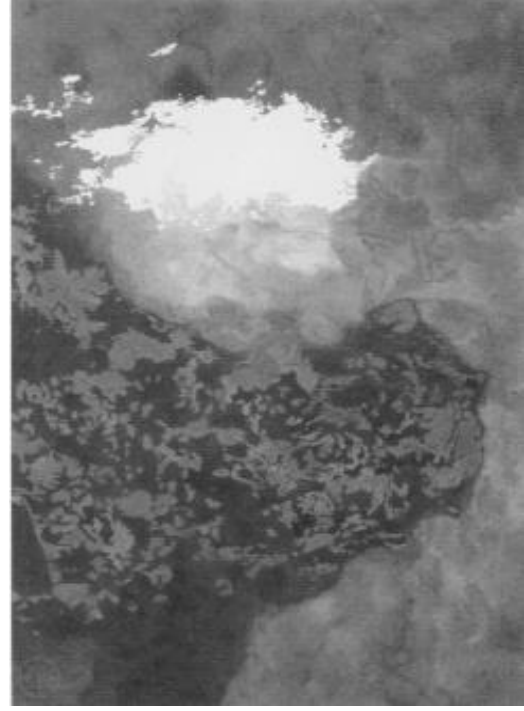


Resim 12: J.P. Agosti, “Orphee”, 1994, Kağıt Üzerine Suluboya, 200 x 200 cm

Agosti'nin “Orphee/ Orfeus”, suluboya tekniğindeki Resim 12’de görülen çalışmasında, gelişi güzelliğin ve raslantısallığın unsurları, biçim ve rengin fraktal örtüşümleri ile işlenerek üretilmiştir. (bkz. Resim 12)¹⁴⁵

¹⁴⁴ a. g. e. , 3 s.

¹⁴⁵ a. g. e. , 6 s.



Resim 13: J.P. Agosti, Orfeus'un Mekanı "Geçit", 1994, Kağıt üzerine suluboya (Sol)

Resim 14: J.P. Agosti, "Hiyeroglif Bahçe", 1998, kağıt üzerine suluboya, 152 x 105 cm (Sağ)

Agosti'nin Orpheus'un (Orfeus'un) mekânı ya da "Geçit" adıyla anılan çalışması, (bkz. Resim 13)¹⁴⁶ fraktallerde doğal ve kaçınılmaz olan, üst üste binme ve birbirine geçişen unsurları vurgulayan bir eserdir. Bu çalışmada değişim dönüşümle evrimleşme kaleidoscope'dan esere bakma duygusu ağırlıktadır. Bu duygu eserin hiç bir zaman durgun olmadığı tersine sürekli bir dönüşüm halinde olduğu izlenimini verir.

"Hiyeroglif Bahçe" adındaki çalışmada ise fraktalliğin estetiğine özgü labirentvari geçişim özelliklerine atıfta bulunmaktadır.(bkz. Resim 14)¹⁴⁷ Bu süreçte fraktal formun ortaya çıkışı ya da gözükmesi yoluyla düzen ile düzensizlik arasındaki doğa savaşını kargaşasının kendi yolculuğu aktarılmaktadır.¹⁴⁸

II.5.3. CARLOS GINZBURG

Carlos Ginzburg, 1970'lerde fraktal fikriyle çalışmalara başlamış. Ginzburg, Mandelbrot'un sonsuzluk içine doğru tekrarlamalar kümesi şeklindeki figürü

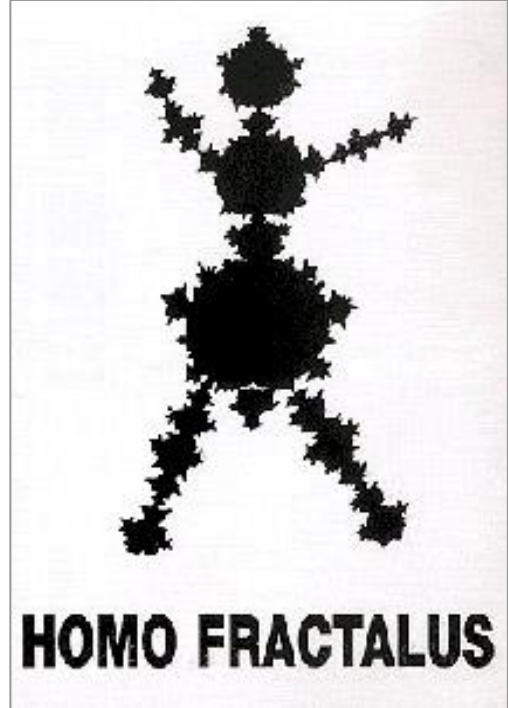
¹⁴⁶ a. g. e. , 6 s.

¹⁴⁷ a. g. e. , 6 s.

¹⁴⁸ a. g. e. , 6 s.

tanımlayan fraktalmen imgesinin yaratıcısıdır. Ginzburg'un imgesi insan kimliğinin dinamik fraktallığı için bir metafor oluşturmaktadır. Fraktal adam ile, özgür irade ve sisteme özgü sınırlamaların gidip gelen çelişkili varlığı içerisinde yaşamaya mahkûm olan nihai fraktal öznenin bizzat insan olduğu düşüncesi yansıtabilmektedir.¹⁴⁹

Ginzburg'un karışık sanat dallarıyla oluşturulan “Sosyal Kültür Sinirsel Ağı” adlı çalışması yeni bir bin yılın başlangıcında oluşan sosyal ve kültürler hakkında dokunmuş örgütsel formlara ilişkin özet şeklindeki açıklamasıdır..(bkz. Resim 15)¹⁵⁰ Görüngü ya da imgelerin ara kesitleri başka deyişle kesişimleri, neden sonuç arasındaki karmaşık fraktal ilişkiyi yansıtmaktadır. Örneğin kelebek etkisi yaklaşımında her bir olayın önceden kestirilemeyen bir olayın nedeni aynı zamanda başka bir olayın sonucu olabileceği vurgulanmaktadır. Resimdeki imgelere dikkatle bakıldığında görsel alanı ya da hacimselliği işgal eden giderek bu alanı fraktal şekilde yoğunlaştıran detayların oluşturulduğu görülebilir. İster yakından ister uzaktan bakılsın bu sanat çalışması, kendi içinde kopyalanıp çoğalan ve eşdeğer parçalara ayrılan özellik göstermektedir.



Resim 15: “Sosyal Kültür Sinirsel Ağı”, 1997, 120 cm x 120 c m (Sol)

Resim 16: “Fractal İnsan”, 1999 (Sağ)

¹⁴⁹ a. g. e. , 4 s.

¹⁵⁰ a. g. e. , 7 s.

Karışık medya şeklindeki “Fractal İnsan/Homo Fractalus” adlı bir diğer çalışma, Ginzburg'un fraktalist felsefeler ve fraktalist sanatçı görüşlerinin bir temsili şeklinde yaratılan ikonik bir imgedir. (bkz. Resim 16)¹⁵¹ Bu ikon ile Ginzburg insanın temel ve nihai bir fraktal özne olduğunu ve insan bedeni ve zihninin yanı sıra toplumun hermetik dinamiklerini yansıttığını tanımlayan bir görüşü ortaya koymaktadır. Bu imge Edgar Morin'in düzen ve düzensizliğin fraktal öz düzen sağlayan raslantısallık ve düzensizliğe yol açtığıyla ilgili görüşü kapsayan karmaşanın teknolojisi yaklaşımın sembolik bir formülasyonunu vermektedir.¹⁵²

II.5.4 SUSAN DERGES

Susan Derges, Devon kırsalında çalışmalar yapan İngiliz fotoğrafçıdır. Derges, Akan çay, gibi doğal olguların fotoğrafını çeker ve bunları ayışığı altında doğrudan fotoğraf kağıdına aktararak imgeler ortaya koyar. Bu şekilde fraktal dünyanın imgelerini kaydeder. Bunlar dere, su üzerine sarkan ağaç dalları, ağaçların gövdeleri gibi imgeler olabilir. Derges, formun fraktallik dilinin kullanıldığı geçiş ya da hareket halindeki Dünya' yı yakalamaya çalışır. Derges'in imgeleri türbülans, düzensizlik ve düzen, kararsızlık, dengesizlik, birbirinden ayırık çatalı yapıları oluşturmaktadır. Kısacası çalışmaları doğrudan doğruya kaos ve karmaşıklık dağarcığından sağlanan formlardır.¹⁵³

“Bilyalar Nehri” adlı fotoğraf çalışmasında, oluşturulan imge, sanatçı Derges'in ‘Kadının Düşünce Nehri’ konulu çalışma serisinden alınmıştır .(bkz. fotoğraf 5)¹⁵⁴ Burada Derges bir karanlık oda düşüncesini akan bir nehirden oluşan sürekli değişen bir manzara ortamına yerleştirmektedir. Bu örneklerde ritimler ile gözlenen organik formların fraktal bütünlüğü tanımlanmaktadır.

“Bilyalar Nehri Yeniay (mehtap), Sarmaşık” adlı çalışma (bkz. Fotoğraf 6)¹⁵⁵ ise su ve kozmik formların dönen girdaplarının temelini oluşturan fraktal bir ruhun yeniden canlanışı şeklinde duyumsanmaktadır.

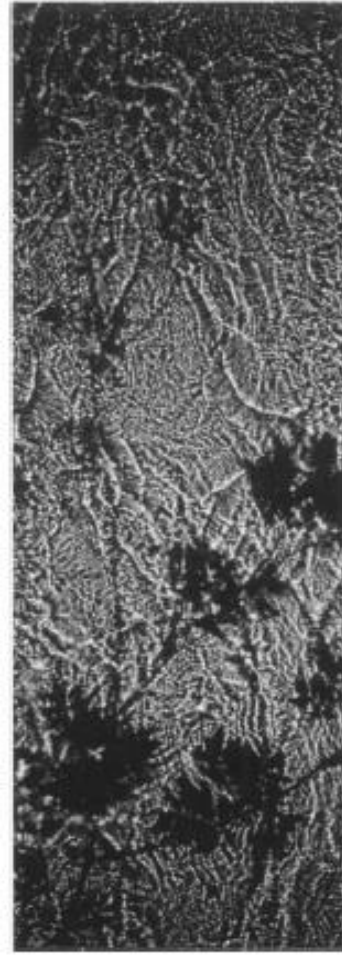
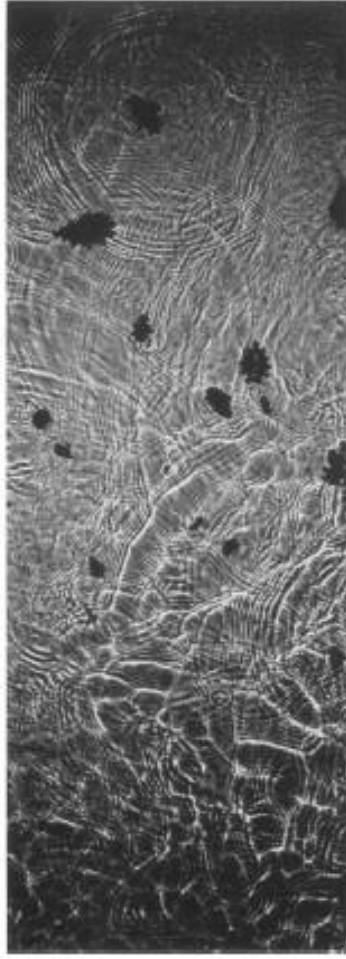
¹⁵¹ a. g. e. , 7 s.

¹⁵² a. g. e. , 7 s.

¹⁵³ a. g. e. , 4 s.

¹⁵⁴ a. g. e. , 7 s.

¹⁵⁵ a. g. e. , 7 s.



Fotoğraf 5 “Balyalar Nehri”, 1998, Fotoğraf, 167,64 x 60,96 cm (Sol)

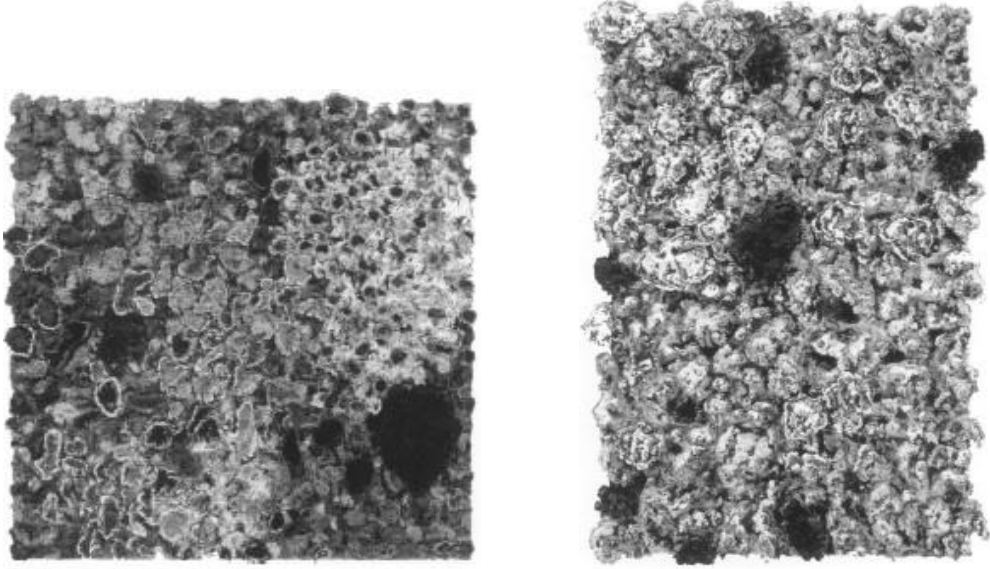
Fotoğraf 6 “Bilyalar Nehri Yeniay, Sarmaşık”, 1998, Fotoğraf, 167,64 x 60,96 cm (Sağ)

II.5.5 NABİL NAHAS

Lübnan’lı ressam Nabil Nahas, şu anda New York ‘ta çalışmakta olup bilinçli bir şekilde eserlerine fraktal bir perspektif kazandırmaya kararlıdır. Örneğin fırtına sonrası plajda dolaşırken kum üzerinde gelişi güzel yığılmış yıldız balıklarının düzensiz düzenini gözlemlemiştir. Çalışmaları düzensizlikten kaynaklanan düzen fikriyle ilgili olduğu için fraktal düşüncesiyle ilgili olan doğal özdeşimi hissetmiştir. Görkemli ve titreşen özellikteki Nahas’ın eserleri kendilerini yansıma algısı için sunan formlu formsuzluk (şekilli şekilsizlik) algıları düşsellik hayal özelliklerini taşır. Resimleri mikrokozmoz ve mikrokozmozun labirentli öz içerik ya da bütünlük içerisinde bulunduğu yerleri kapsar.¹⁵⁶

¹⁵⁶ a. g. e. , 4 s.

“Renkli Stor” (bkz. Şekil 17)¹⁵⁷ Bu yağlıboya resim tarzı soyut resim zengin dokulu fraktal bir yüzey olup renkle duygular, biçimle ise yansımalar aktarılmaktadır. Şehvetli yoğunluk aşırı biçimde vurgulanarak fraktal formlara yepyeni bir canlılık ve şiirsellik katmaktadır.



Resim 17: “ Renkli Stor”, 1998, Tuval üzerine akrilik, 121,92 x 121,92 cm (Sol)

Resim 18: “Beni Yanlış Anlama”, 1998,, Tuval üzerine akrilik, 91,44 x 60,96 cm (Sağ)

“Beni Yanlış Anlama”.(bkz. Resim 18)¹⁵⁸ adlı çalışmada sanatçı, çatışma halindeki düzen ve düzensizliğin fraktal gerilimi dahilinde, bütün olarak vurgulayan güzellik ve türbülansı bir arada yaratmaktadır.

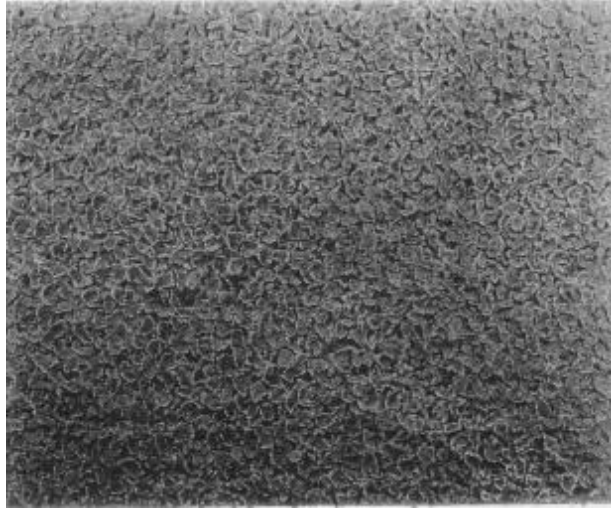
“Geçen Gölge”de iki panelle daha büyük çalışma elde eden Nahas, bir fraktal geçişim düşüncesini geliştirmiştir.(bkz. Resim 19)¹⁵⁹ Buradaki geçişimde malzemeler konuyu oluşturmakta ve fraktal formlarla aktarılmaktadır.¹⁶⁰

¹⁵⁷ a. g. e. , 7 s.

¹⁵⁸ a. g. e. , 9 s.

¹⁵⁹ a. g. e. , 9 s.

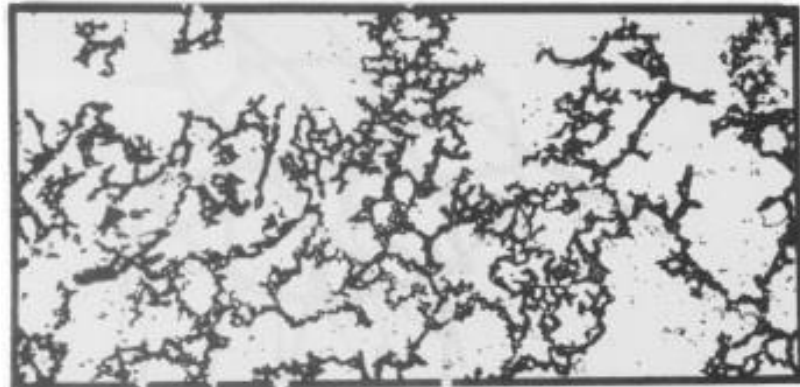
¹⁶⁰ a. g. e. , 9 s.



Resim 19: “Geçen Gölge”, 1999, Tuval üzerine akrilik, 243,84 x 304,8 cm

II.5.6 JİM LONG

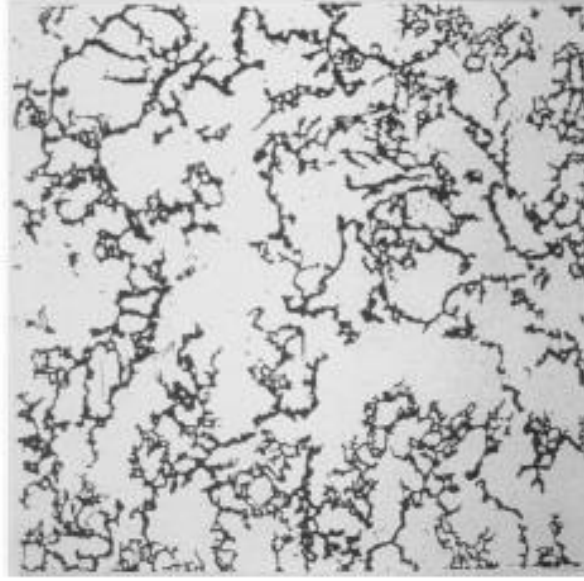
Amerikalı ressam Jim Long, çalışmaları için yeni türde karmaşık ve matematiksel ızgara formunu araştırmaya karar verdiğinde form fraktaline ilgi duydu. Tuval üzerine sonsuz şekilde ince bir düzlem oluşturma olasılığını araştırıyordu. Bir gece cam kase içerisinde kurumak üzere bir çözeltiyi kurumaya bıraktı ve sabah kalktığında gizemli formların oluştuğunu fark etti. Karton benzeri hayaletimsi ve kendiliğinden oluşan formları gözlemledi. Long’un çalışmaları fraktal yapıyı hiper gerçek pigmentlerle birleştirerek grafik elemanlar ile resim boyama özellikleri arasındaki gerilimle deneme yanılmalar oluşturur. Böylece çalışmasındaki tamamen Amerikanvari saygısızlığı açığa çıkarmıştır.¹⁶¹



Resim 20: “Tören Geçışı”, 1999, Tuval üzerine yağlıboya ve emaye, 50,8 x 106,63 cm

¹⁶¹ a. g. e. , 4 s.

Long'un "Tören Geçişi " (bkz. Resim 20)¹⁶² çalışması, formların buluşması biçimindedir. Sanatçının burada geliştirdiği biri mavi fraktal form ve diğeri ise bu maviton üzerinde birleşip onun üzerine geçen gizemli sarı bir form yer almaktadır. Bu sarı form Soho'da yol kenarında tebeşirle bir şeyler karalayan çocuğun çizimlerini gördüğünde Long'un kafasını karıştıran özelliğdir. Bu çalışma her yerde görülebilecek fraktallık görünümü biçiminde formların gelişigüzel oluşturduğu soyut bir çalışmadır.



Resim 21: "Aziz Yuhanna'nın St. John vahiyleri", 1997, Tuval üzerine yağlıboya, 142,24 x 142,24 cm

"Aziz Yuhanna'nın St. John vahiyleri" adlı çalışmanın yeşil versiyonunda (bkz. Resim 21)¹⁶³ bir tür fraktal minimalizm kavramı işlenerek sert keskin kenarlı jilet kesimi imgeler yaratılmıştır. Bununla birlikte bu çalışma bir bütün olarak sanatçının eserinde gezinip uçuşan analitik fraktal içtepilerin (güdü) kontrolünde bir lirizm taşımaktadır.¹⁶⁴

II.5.7 PIET MONDRAIN VE JACKSON POLLOCK

Mondrain ve Pollock'un soyut resimleri normalde modern sanatın farklı görsel alanının zıt iki ucunda yer almaktadır. Mondrain sanatı düz, belirgin, basit

¹⁶² a. g. e. , 10 s.

¹⁶³ a. g. e. , 10 s.

¹⁶⁴ a. g. e. , 10 s.

çizgilerden oluşuyorken Pollock'un sanatı iç içe geçmiş karmaşık, fazla net olmayan, yanıltıcı özellikler göstermektedir. Bir şekilde zengin ve karmaşık boya ya da fırça darbelerini birleştiren estetik nitelik insanları büyülemektedir.

Mondrain, Pollock'un büyük ölçüde desteklemiş olmasına karşı bireysel yaklaşımları soyut sanatın iki zıt ucunu temsil ediyordu. Mondrain haftalar boyunca çalışarak desenlerinin tam ve kesin düzenini kurmaya çalışırken Pollock hızlı ve gelişigüzel bir şekilde yatay tuval etrafında hızlı ve özensiz darbelerle ruhunu yansıtıyordu. Yaratıcı süreçteki ve oluşan örneklerdeki farklılıklarına karşı iki sanatçı da amaçlarının doğrudan ve derin bir şekilde doğa estetiğini yansıtarak yaşamın yüzeysel görünümünün ötesine geçmek olduğunu iddia ediyordu. Her iki resim denge, uyum, tutarlılık açısından yorumlanmaktadır.¹⁶⁵

Pollock'un resim tekniğiyle ilgili ilk izlenimler gerek yüzyıllık sanatsal gelenekten radikal bir şekilde sapması gerekse görünürde ki entelektüel karmaşadan yoksun olması anlamında çarpıcıdır. Pollock, yat ve deniz malzemelerinde kullanılan kumaşlardan tuval oluşturarak kendi stüdyo zemini üzerinde 5 m uzunluğunda büyük bez tuvalleri rulo haline getirmiştir. Hatta geleneksel yağlıboya aleti olan fırça bile kullanılmamıştır. Bez tuval ile olan fiziksel temastan kaçınarak teneke içindeki boyayı damla damla tuval üzerine serpmiştir. Bu özgün kesintisiz resim yansımaları havada kendi sanat eylemlerinin tanımlayıcı parmak izi gibi işlev görmüştür. Pollock'un döneminde bu yanıltıcı, şaşırtıcı basit boya ve fırça hareketleri eşsiz bir çelişkiyi besleyerek çalışmasıyla ilgili olarak sanat çevrelerini kutuplaştırmıştır.¹⁶⁶

Pollock, resimlerinin dijitalleştirilmiş imgeleri benzer karelerden oluşan bilgisayar yapımı bir ağ ile örtülmüştür. Pollock kumaş tuval üzerine yayılmış hayali adacıkları boyayarak işe başlamış bunu daha uzun geniş ilavelerin adacıklarla birleşmesi izlemiştir. Daha sonra giderek fraktal bir boya ağı içerisine bunları gömmüştür.¹⁶⁷

Pollock "Ben doğayım" derken doğanın karmaşıklığını yansıtmaya ya da ifade etmeye ağırlık vermiştir. İşin önemli yanı bilim adamları doğadaki

¹⁶⁵ Richard Taylor, **Pollock, Mondrian and Nature: Recent Scientific Investigations**, University of Oregon, U. S. A. , 2001, 1 s.

¹⁶⁶ a. g. e. , 2 s.

¹⁶⁷ a. g. e. , 3 s.

karmaşıklığın fraktallerden oluştuğunu keşfetmeden yirmi beş yıl önce Pollock fraktal resimleri yansıtmıştır.¹⁶⁸ (bkz. Resim 22)¹⁶⁹



Resim 22: Jackson Pollock's "Number 3", 1949: Tiger.”

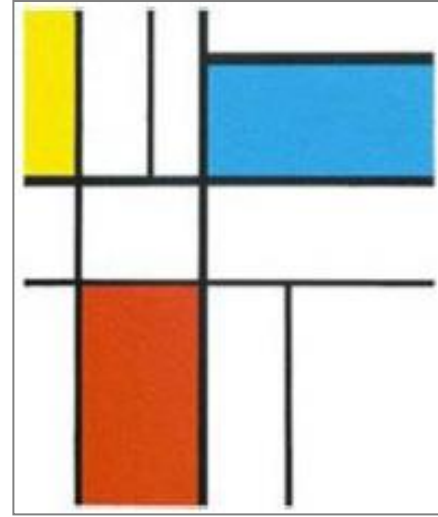
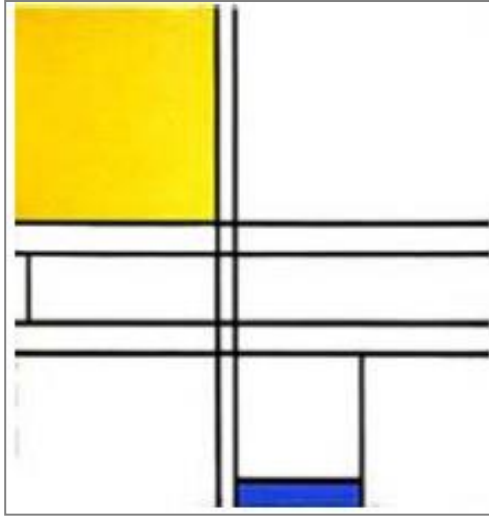
Mondrain'in basit görsel düz çizgilerden oluşan dili temel renkleri tamamen başka bir kurallar kümesi geçerlilik kazanmaktadır. Gerçekten de Mondrain çizimlerinin bir araya getirilirken son derece kesin kurallar geliştirmiş olup bunların istenen görsel etkiyi ortaya koymak için resimlerinde uyulması gereken kurallar olduğunu düşünüyordu. Bu yaşamsal kurallar resmin görünümünü oluşturmada sanatsal bir basamak ve iskele olarak kullandığı siyah çizgilerden oluşan temel ızgara yapayı tanımlıyordu. Mondrain yalnızca dikey ve yatay çizgileri kullanmıştır. Bunların her yerde var olduğunu ve her şeye egemen olduğunu düşünüyordu. Mondrain diyagonal ya da baklava çizgilerin resmin dengesini azaltan yıkıcı bir unsur olduğunu hararetle savunuyordu.¹⁷⁰

¹⁶⁸ a. g. e. , 8 s.

¹⁶⁹ a. g. e. ,12 s.

¹⁷⁰ a. g. e. , 6 s.

Mondrain'ın çalışmalarıyla ilgili son yaklaşımlarda, resimlerinin görsel çerçevesini oluşturan çizgiler hiç de raslantısal değildi. Oysa bu çizgilerin konumları geleneksel estetik kurallara uymaz ya da gelişigüzel çizgilerle sağlanan şeyin ötesinde bir estetik beğeni de getirmektedir. Mondrain resimlerinin estetik düzeni, bir çerçevenin ya da kalıbın sonucu gibi gözükmektedir. Söz konusu ve birbirleriyle ilişkili renkli dörtgen yapılar belli belirsiz değil bilerek özenle konumlandırılmıştır. Başka değişle Mondrain'in görsel dili tek tek sözcüklerin birleşip cümle oluşturma yönteminden etkilenmemiştir. O zaman onun görsel dilinin böylesine katı gramatik kuralları geliştirmesinin nedenleri neydi?¹⁷¹ (bkz.Resim 23, 24)¹⁷²



Resim 23: "Mavi ve Sarı ile Kompozisyon", 1935 (Sol)

Resim 24: "Mavi ve Sarı ile Kompozisyon", 1935 (Sağ)

II.5.8 RHONDA ROLAND SHEARER

Sanatçı şöyle der: 'Çalışmalarımnda, diğer sanatçıların temeller ve Platonik idealleri üzerinde yaptıkları araştırmalarını tekrarlamayı yeltenmekten çok, yeni geometrik modeller keşfedildikçe sanatsal üstünlük için geometrinin önemini gözetmektir.¹⁷³

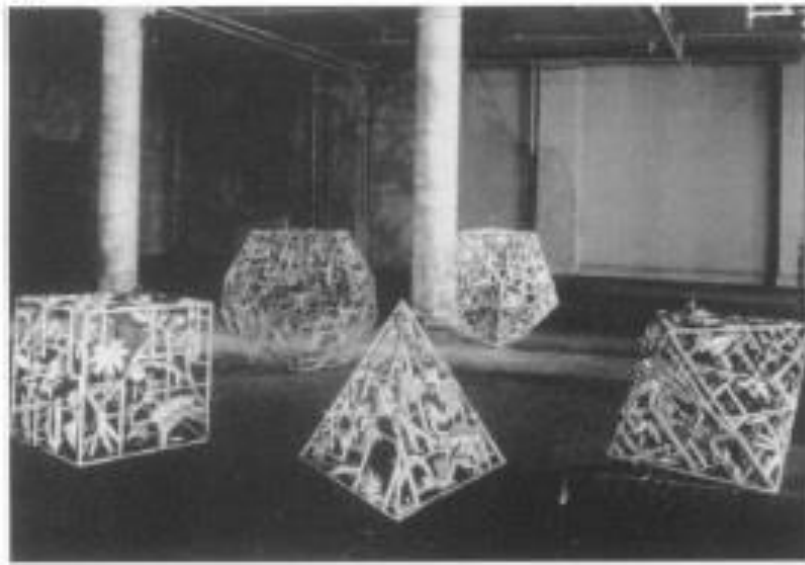
¹⁷¹ a. g. e. , 7 s.

¹⁷² a. g. e. , 11 s.

¹⁷³ Rhonda Roland Shearer, **Chaos Theory and Fractal Geometry: Their Potential Impact on the Future of Art**, The Mit Press, 2014, 143 s.

‘Doğa veya teknoloji ile bağlantılı, beni büyüleyen şey; beş ebedi Platonik yapının elementlerinin aynı kalışıdır. Michele Emmer'in¹⁷⁴ vurguladığı gibi, Antik Roma ve Rönesans'ta beş katı yapı vardı, ve günümüzde de halen beş tane şekil vardır. Sayıları sınırlıdır ve tek başına uzay sınırlarından ve ilkelerinden ayırt edilemez.

‘Heykelimin sınırları içerisinde bu ilkeleri aradım. (bkz. Fotoğraf 7)¹⁷⁵. Bana göre, bitkilerin büyümesi beş Platonik yapıyla benzerlik göstermektedir. Bitkilerin morfolojileri, uzay sınırlarıyla bağlantılıdır (bitkiler zaman boyutunu da eklemişlerdir.) Heykel, bir bitkinin büyümesi gibidir. Heykelin yapım aşamasında da zaman boyutunu sağlamaktadır. Kendi sürecim iki boyutlu çokgenlerin katlama ile üç boyutlu çokyüzlülere çevirme işlemidir. Sonunda ortaya çıkan beş ürün (beş madde) statiktir fakat, kendileri bitkiymiş gibi, zaman ve uzayda görünen süreci haritalar veya yansıtırlar. Birincisi Fraktal geometri, bitki yapılarının fraktal ilkelere örnek olarak kullandığım Beş Platonik Yapılar adlı eserimde sunulmuştur.¹⁷⁶



Fotoğraf 7: “Beş Platonik Hacim”, 1989, bronz, 87,63 x139,7 x 139,7 cm

¹⁷⁴ Detaylı bilgi için bkz. (<http://www.amazon.com/Michele-Emmer/e/B001H6ONFO>)

¹⁷⁵ Rhonda Roland ShearerSource, **Chaos Theory and Fractal Geometry**, The Mit Press, 2014, 143 s.

¹⁷⁶ a. g. e. 144-145 s.



Fotoğraf 8: “Pangea”, 1990, 195,58 x 195,58 x 195,58 cm

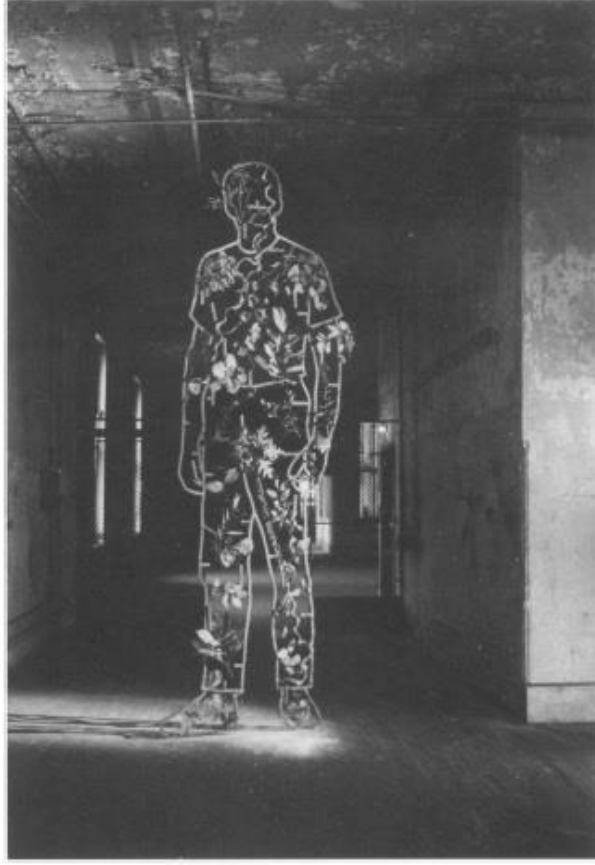
“Pagea kübü”, yaklaşık olarak 195 cm yüksekliğindedir. Bu çalışmamın görsel algılanmasındaki belirsizlik, geometrik modellerdeki değişim için çoklu anlamlarında v oluşum zamanlarında çeşitli noktaları vurgulayan bir metaforudur. Sanatsal anlamda, yeni geometrik modellerin bilince dönüşümüdür. (bkz. Fotoğraf 8)¹⁷⁷

Çalışmalarında, bitkilerin rolünden bahsetmişim. Bitkiler çoklu seviyelerde anlam taşırlar. Her yerde bulunabilen, doğada bulunabilen ve yeni geometrik modellerin gelişine işaret eden fraktal ilkeleri -öz-benzerlik ve fraktal boyutları- değil ayrıca, temel dokuların 'doğanın geometrisi' olarak değinilen doğanın evrenselliğini de temsil etmektedir. Bunun tersine, insanların yarattığı geometriler (Öklid, Öklidsel olmayan) bence, teknolojiyi ve insan yapımı objeleri temsil eder. Richard Voss da benzer bir ayırım yapmıştır: “Geometrik şekiller, (daireler, üçgenler, dikdörtgenler) insanların eserlerinin karakteristikleridir. Fraktaller ise doğanın karakteristikleridir.”¹⁷⁸

¹⁷⁷ a. g. e. 144 s.

¹⁷⁸ a. g. e. 147-148 s.

“İnsanbiçimcilik/Antrofomorfizm” adlı incelememde, figürlerin gözlemcinin aklında uzun süre kalıcı olduğunu tanıtmıştım. (bkz. Fotoğraf 9:)¹⁷⁹ Ayrıca, heykelde yer alan bir yaprak açısının ya da dalda diziliminin morfolojik olarak yanlış olduğunu fark ettim. Bu noktada gözlemci bir şeylerin yanlış olduğunu hisseder ve tereddüt eder. Belli bir bitki konusunda bilgi sahibi olsalar da olmasalar da, gözlemciler doğru ve yanlış morfoloji hissine kesin sahiptir. Öklidsel geometrik ilkeler hakkında önceden bilgisi olan Plato'nun “Köle Çocuk” örneği gibi, doğru bitki morfoloji bilgisinin doğuştan var olduğunu sonuçlandırdım.¹⁸⁰



Fotoğraf 9: “Antrofomorfizm”, 1990, 365,76 x 109,22 x 6,35 cm

Beş Platonik Yapılar'ımda, çizgiler ve bitkileri (Öklidsel geometriye karşı fraktal geometriyi temsil eden) diyalektik seviyede ekledim.(bkz. Fotoğraf 10)¹⁸¹

¹⁷⁹ a. g. e. 145 s.

¹⁸⁰ a. g. e. 147-148 s

¹⁸¹ a. g. e. 146 s.

Geometrik baskınlık için ızgaraların bitmesi ve başlaması ile kökler, çizgilere dönüşüyordu, ya da tam tersi. Heykelimde açık ve negatif uzayları tanımsız olarak varsaydım. Çünkü hiçbir geometrik şekil kolayca algılanamaz. İnsan kavramsallaştırmasıyla, bu uzaylar, gebedir ve tanımsız bir geometri geleceği için uzanıp beklemektedir. Tam tersine, heykellerimde, çizgiler ve bitkiler, uzayı tanımlamış ve geometrik sistemleri kavramsal olarak betimlemiştirler.¹⁸²



Fotoğraf 10: Plus/Minus, 35,56 x 55,88 x 3,175 cm, 1988

Doğanın geometrisi ile insanoğlunun geometrisi arasındaki kontrastın şiddeti sezgisel biçimde vurgulayarak, dünyanın en temel özeti halinde bu iki apayrı geometriyi birleştirmek istedim.¹⁸³

Mandelbroth: 'Günümüzde geometri için, Öklid'ten daha fazlası mevcuttur. 1970 'lerde yeni bir doğa geometrisi ya da yeni bir geometrik dil diye adlandırılabilir bir dizi düşünce formül resim şeklinde fraktal geometriyi kavrayıp geliştirmek benim açımdan bir ayrıcalık olmuştur. ve burada tartışılmaya değer olmasının nedeni de, çok şaşırtıcı bir şekilde bu yeni geometrik dilin yeni bir sanat biçimine yol açtığını anlamam olmuştur.¹⁸⁴

¹⁸² a. g. e. 148-149 s.

¹⁸³ a. g. e. 147-148 s.

¹⁸⁴ Benoit B. Mandelbrot, **Fractals and an Art for the Sake of Science**, The Mit Press, U. S. A. , 2014, 21 s.

SONUÇ

Fraktal kavramının, 1975'te Benoit Mandelbrot tarafından ortaya atılmasından bu yana sanatçıların kullandığı öklid geometrisine dayalı perspektifin fraktal geometri ile hem karşı karşıya gelip hem de ikisinin oluşturduğu bütünlüğün sanat üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Gerek kavram olarak gerekse de analitik çözümlenmeler şeklinde irdelenmiştir.

Organik ve inorganik, rasyonel ve irrasyonel, bireysel ve toplumsal, içbükey ve dışbükey gibi karşıt kavramlar, fraktal kavramı bütünlüğünde anlamlarını yok ederler. Bu da, kavramlar arasındaki sert geçişler yerine aralarındaki ilişkiyi sorgulamamızı sağlar.

Rönesans döneminden bu yana kullanılan öklid geometrisi tabanlı perspektif, tek bir bakış açısına dayalıdır ve platonik hacimlerle sınırlı bir üç boyutlu mekan sunar. Yirmi birinci yüzyılda ortaya çıkan yeni geometri, fraktal kavramıyla gündeme gelmektedir. Bu yeni geometrinin imgeler üzerinde kurduğu, merkezi noktası olmayan bir bakış açısı ile oluşan yeni mekân artık üçüncü boyuttan bir üst boyuta geçer ve sürekli değişerek birbiri içerisinde bir sonsuz bütünlüklü mekân algısının ortaya çıkmasını sağlar. Bu durumdan yola çıkarak geometriden kaynaklanan ve Rönesans'tan bu yana sanatın grameri olan perspektif tanımının plastik sanatlar çerçevesince yeniden ele alınmasına imkân verebileceği ve çağdaş sanat için yeni bir bakış açısı sağlayabileceği sonucuna varılmıştır. Gerçek ve sanal arasında bir köprü oluşturan bu yeni geometrik yaklaşım, yansımanın yönünün ve bulunan konumun bir çok bakış açısı üzerinden değerlendirilmesine olanak sağlar ve zaman-mekân kavramını ortadan kaldırır.'

Rhonda Roland Shearer şöyle der: 'Sanatçılar, eski bir geometrik fikir üzerinde yeniden çalışmak yerine yeni geometriler ile sanatsal yenilikler arasında tarihsel bağlarla bir yaklaşım göstermelidir.

Susan Condé ise sunu belirtir: 'Fraktal sanatçılar, kendi çalışmaları yoluyla Dünya'nın fraktal bir imgesini yansıtmaktadır. Fraktal sanatçıların yansıttığı dünya, mekânın ya da uzamın fraktal hale geldiği, içine doğru patladığı yoğunlaştığı hiperaktif hale gelip parçaların ana bağlantılarının kurulduğu bir dünyadır. Fraktal sanatçı mekânın artık minimalize, ekspresyonist ya da kavramsal olarak

düşünemeyeceğini vurgular. Bunun yerine çağdaş fraktal sanatçılar algıladıkları anda ve biçimde kendi zamanlarındaki uzay üç boyutluluk durumunun kendi fraktal boyutları ve nitelikleriyle, yansıtmayı amaçlarlar.’

KAYNAKÇA

Miroslav M. Novak, **Thinking in Patterns, Fraktals and Related Phenomena in Nature**, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. UK. , 2004

Susan Condé, **The Fractal Artist**, The Mit Press, U.A.S. , 2014

Ian Stewart, Sir Arthur C. Clarke, Benoît Mandelbrot, Michael and Louisa Barnsley, Will Rood, Gary Flake and David Pennock and Nigel Lesmoir-Gordon, **The Colours of infinity, The Beauty and Power of Fractals**, U.K. , 2010

Ziauddin Sardar-Iwona Abrams; **Kaos**, Çev: Deniz Guliyeva, ntv yayınları, 2.Basım, İstanbul, 2011

Prof. Dr. H. Hilmi Hacısalihoğlu, Prof. Dr. Akif Hacıyev, Prof. Dr. Varga Kalantarov, Prof. Dr. Arif Sabuncuoğlu, Doç. Dr. Lawrence M. Brown, Doç. Dr. Ertan İbikli, MSc Sevim Brown, **Matematik Terimleri Sözlüğü**, Türk Dil Kurumu Yayınları, İstanbul, 2009, 145 s.

Prof. Dr. H. Hilmi Hacısalihoğlu, Araş. Gör. Nergiz Yaz, A. Ü. Fen Fakültesi Matematik Bölümü, **Fraktal Geometri I**, Ankara, 2005

Miroslav M. Novak, **Thinking in Patterns**, Fraktals and Related Phenomena in Nature, World Scientific Publishing Co. Pte. Ltd. UK. , 2004

Rıdvan ÖRSVURAN, **Topografyanın Fraktal Özellikleri**, Mühendislik Fakültesi Jeofizik Mühendisliği Bölümü, İstanbul, 2013

Theoni Pappas, **Matematik Hayattır**, çev: Güliz Akçasoy, Doruk yay. , İstanbul, 2013

Gilbert Helmbert, **Getting Acquainted with fractals**, Walter de Gruyter, Germany, 2007

David Wells, **Geometrinin Gizli Dünyası**, çev: Selçuk Alsan, Doruk, Ankara

Michael F. Barnsley, **Fractals everywhere**, Morgan Kaufmann, USA, 1993

Clifford. A. Pickover, **The Pattern Book: Fractals, Art , and Nature**, World Scientific Publishing Co. Pte., Ltd. , U.S.A. , 1995

Doç. Dr. Adem Genç, Yrd. Doç. Ahmet Sipahioğlu, **Görsel Algılama, “Sanatta Yaratıcı Süreç”**, Sergi Yayınevi, İzmir, 1990

Rhonda Roland Shearer, **Chaos Theory and Fractal Geometry: Their Potential Impact on the Future of Art**, The Mit Press, 2014

Serge Salat and Françoise Labbé, **The Fractal Cube and the Paradigm Shift in Art and Science**, The Mit Press, 2014

Richard Taylor, **Pollock, Mondrian and Nature: Recent Scientific Investigations**, University of Oregon, U. S. A. , 2003

Benoit B. Mandelbrot, **Fractals and an Art for the Sake of Science**, The Mit Press, U. S. A. , 2014

[http://en.wikipedia.org/wiki/Ian Stewart \(mathematician\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Ian_Stewart_(mathematician))

http://tr.wikipedia.org/wiki/Y%C4%B1ld%C4%B1z_Sava%C5%9Flar%C4%B1

[http://tr.wikipedia.org/wiki/Henri Poincar%C3%A9](http://tr.wikipedia.org/wiki/Henri_Poincar%C3%A9)

[http://en.wikipedia.org/wiki/Clifford A. Pickover](http://en.wikipedia.org/wiki/Clifford_A._Pickover)

http://tr.wikipedia.org/wiki/Karl_Weierstrass

<http://math.rice.edu/~lanius/fractals/pas2.html>

<http://onedio.com/haber/dogada-gorulen-en-hipnotize-edici-29-fraktal-234554>

http://en.wikipedia.org/wiki/Platonic_solid#mediaviewer/File:Tetrahedron.svg

<http://tr.wikipedia.org/wiki/Dosya:Tetrahedron.svg>

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Octahedron.svg>

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:POV-Ray-Dodecahedron.svg>

<http://en.wikipedia.org/wiki/File:Icosahedron.svg>

http://www.nytimes.com/2014/05/19/us/sidney-j-blatt-dies-at-85-developed-double-helix-theory-of-depression.html?_r=0

<http://coe.lehigh.edu/faculty/eshapiro>

<http://www.amazon.com/Michele-Emmer/e/B001H6ONFO>

http://www.math.buffalo.edu/mad/special/gerdes_paul.html

<http://bonner-design.com/index.php/about/>

http://tr.wikipedia.org/wiki/Dunning-Kruger_ etkisi

http://en.wikipedia.org/wiki/Isaak_Yaglom