YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BİLGİSAYAR ORTAMINDA FRAKTAL GEOMETRİ VE MİMARLIK İLİŞKİSİ

Mimar Ercan KUTLU

F.B.E. Mimarlık Anabilim Dalı Bilgisayar Ortamında Tasarım Programında
Hazırlanan

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Tez Danışmanı : Prof. Dr. Necati İNCEOĞLU

Prof. Dr. Oya Pakdil

Doç. Dr. Oğuzhan Özcan

İSTANBUL, 2001

İÇİNDEKİLER

ŞEKİL LİSTESİ

ÖZET

Bu tezin amacı, fraktal geometrinin mimarlıkta kullanımının bilgisayar destekli tasarım ortamında araştırılmasıdır. Bu amaçla çeşitli kültürlere ait yapılmış örnekler ve fraktal geometri ilkeleri incelenmiştir. Yeni örnekler kendine benzerlik kuralı uygulanarak bilgisayar ortamında tasarlanmıştır. Doğanın geometrisi olan fraktal geometrinin, eski uygarlıkların bir çoğunda (Avrupa, Afrika, Maya, Hindistan, İslam mimarisi vb.) mimari eserlerde (bilinçli olmasa da) kullanıldığı örnekler vardır. Bu örneklerde, fraktal geometrinin ölçek farklılığı ile kendine benzer parçalar oluşturma tekniğinin mimaride sıkça kullanıldığı görülmüştür. Fraktal geometri, mimaride plan formu, cephe formu, kütle formu, iki boyutlu süslemeler (kaplamalar) ve üç boyutlu süslemeler olarak kullanılabilir. Fakat işlevsellik (fonksiyon), çevre, ölçek, vb. sınırlamalar fraktal geometrinin mimaride kullanımını kısıtlar. Bunlardan, özellikle plan yaratılırken ortaya çıkan işlevsellik esası ön plana çıkarak fraktal tasarımı engellediği görülmüştür. Yapı veya yapı kompleksinin ölçeği büyüdüğünde fraktal tasarım daha kolay uygulanabilmektedir. Büyük bina kompleksleri, küçük yerleşim ve konaklama birimleri ve şehircilik çalışmalarında vaziyet planı ölçeğinde fraktal tasarım kullanılabilmektedir. Özellikle, sonradan genişlemesi, büyümesi düşünülen organik yapılardaki mimari tasarımlarda fraktal geometrinin çok uygun olduğu görülmüştür. Burada da kullanılan yöntem kendine benzerliktir. Tasarım yaparken, kopyalama ve ölçek değiştirme işlemlerin bilgisayar ortamında kolay olması sebebiyle fraktal tasarımın mimaride kullanımı kolaylaşmaktadır. Bunun dışında daha karmaşık formüllerin mimariye uygulanması için de bilgisayarlar gerekmektedir. Mevcut fraktal desenlerden bir çoğu, bilgisayar ortamında mimaride plan formu, cephe ve döşeme kaplamaları olarak uyarlanabilir. Sonuç olarak fraktal geometrinin mimaride tam olarak uygulanması için bilgisayar ortamında planda ortaya çıkan işlevsellik engeliyle uyumlu kurguların yapılması, bulunması gerekmektedir.

ABSTRACT

This article is a summary of the research work about the of fractal geometry in computer-aided design. Many examples from various cultures have been studied for fractal geometry principles. New examples based on self-similarity method have been designed in the computer. Fractal geometry is the geometry of nature and is encountered in architectural works created by ancient cultures such as in Baroque, Renaissance, Maya, Indian, Muslim and African cultures. In these historical examples, scale differences in fractal geometry and the technique of creating similar elements are encountered in architecture. Fractal geometry is used in architecture in form of plan, form of facade, form of mass, two-dimensional ornaments (cladding) and three-dimensional ornaments. However, functional, peripheral, volumetric criteria limit the usage of fractal geometry in architecture. Especially during design of plans there are instances where functional criteria dominates and prevents the usage of fractal design. It is easier to use fractal design in layout planning in large-scale projects such as large building complexes, small settlements and holiday resort projects and urbanization. Fractal geometry is convenient to use in architectural designs where extension and growth is for seen. The method used in this case is self-similarity. Copying and scale variation operations can be done easily in the computer and this facility enables usage of fractal design in architecture. Computers are required for application of other complex methods in architecture most of the existing fractal designs can be adapted to the layout plan, facade and floor coverings in the computer. Thus, for efficient usage of fractal geometry in architecture models in conformity with functionality should be designed in the computer.

1. GİRİŞ

Günümüzde kullanılan bilgisayar teknolojileri, bir çok konuda olduğu gibi geometri ve mimarlık alanlarında da bir takım yeni gelişmelere yol açmıştır.

Bu tezin konusunun bir bölümünü oluşturan Fraktal Geometri, bir takım bilgisayar programları ve grafik işlemcilerin yardımıyla daha iyi tanımlanmıştır. Matematikçiler bugün fraktal olarak bildiğimiz yapıları 19. yüzyıldan buyana biliyorlardı. Ancak bu yapıların olağanüstü karmaşıklıkları matematikçilerin cesaretini kırmıştı. Modern bilgisayar grafiği olmadan bu ince fikirlerle iletişim kurmak imkansızdı. 1970 yıllarda hızla gelişmeye başlayan Bilgisayar grafiği, fraktalları tanımlayan matematiksel işlem kümelerini geometrik şekillere çevirerek, gelişimlerinde ve hızla artan popüleritelerinde büyük rol almıştır.

Mimarlıkta ise çini mürekkepli ince uçlu kalem ve cetvel gibi bir takım yardımcı çizim araçları kullanılarak elle yapılan geometrik çizimler neredeyse ortadan kalkmıştır. Başlangıçta mimari tasarım sürecinde bilgisayarlar ağırlıklı olarak teknik çizimlerde (CAD-Computer Aided Drafting) kullanılmıştır. Gelişen donanım, yazılım ve kullanım bilincine bağlı olarak mimarlıkta bilgisayar desteği, bilgisayar destekli mimari tasarıma (CAAD-Computer Aided Architectural Design) dönüşmüştür. Mimari tasarımda bilgisayar desteğinin bir çok avantajları vardır. Tasarımda, özellikle üçüncü boyutta yapılan kurgularda bilgisayarlar vazgeçilmez olmuştur.

Zengin bir imge dünyasına kapı açan fraktal geometri ile mekan yaratma sanatı olan mimarlık, bilgisayar desteği sayesinde aynı ortamda buluşmuşlardır. Bu tez, bilgisayar destekli tasarım ortamında gerçekleşen bu buluşmadan çıkan sonuçları, ürünleri ve bilgisayar ortamında ne tür çalışmaların yapılabileceğinin araştırılması amacıyla hazırlanmıştır.

2. TANIMLAR ve KAVRAMLAR

Bu tezin konusunu oluşturan ana kavram olan mimari; eylem olarak, "insanoğlunu ilgilendiren faaliyetleri barındırmak amacıyla uzayda mekan düzenleri oluşturulması" olarak tanımlanırsa, bugüne kadar ki tüm yapı ürünlerini eksiksiz kapsayacağı gibi, gelecek için düşünülebilecek, hatta yer çekimiyle bağlarını koparabilecek çözüm tarzlarını da kapsayacaktır.

Ancak mimarinin görevi bununla bitmemekte, ondan sanatsal bir katkıda beklenmektedir. Bunu söz konusu faaliyetleri duygusal yönden etkileyerek, vurgulayarak, yücelterek barındırmak şeklinde de ifade edebiliriz. O halde mimarinin daha ileri, daha doğru bir tanımı şöyle olabilecektir : "İnsanoğlunu ilgilendiren faaliyetleri barındırmak amacıyla, uzayda -bu faaliyetleri duygusal yönden de destekleyebilecek nitelikte- mekan düzenleri oluşturma becerisidir. Bu tanımda, 'duygusal etkinlik' için her türlü göreli niteliklerden uzak kalınarak, adı geçen etkinlik, durumuna göre, barındırılan faaliyetin işlevsel karakterine bırakılmaktadır. Demek oluyor ki, bir yapının gerçek anlamda mimari ürün sayılabilmesi için sadece belirli faaliyetleri barındırabilmesi yeterli bir koşul olmayacak, ondan bu faaliyetlere duygusal yönden destek sağlaması beklenecektir. (B.Özer, 1993). Bu etki büyük ölçüde görsel algılamaya bağlıdır. İnsanlar mimari yapıları ilk önce formsal yönden algılarlar. Bu formlar da matematiğin alt dallarından geometri biliminin esasları ile tanımlanırlar. Genelde kullanılan geometri dalı Euclid geometrisidir.

Mimaride kullanılan bilinen geometri dallarından farklı olan Fraktal geometri, matematiğin karmaşık yönünün şekillendirilmiş bir biçimidir. Son zamanlarda bu amaç için bilgisayarların kullanılması, ilgi uyandıran sayısal geometrik şekillerin ortaya çıkması, bu alanı popüler hale getirmiştir. İlk olarak 1970'li yıllarda, Fransız matematikçi Mandelbrot, doğada var olan her objenin biçiminin Euclid geometrisiyle tanımlanamadığını vurgulayarak 'Fraktal Geometriyle' bu tanımlamaların mümkün olduğunu ortaya koymuştur. Böylece karmaşık doğal biçimler de tanımlanabilmektedir. Fraktal geometride bu tür objeleri tanımlayan biçimler tekrarlı bir algoritma ile üretilirler.

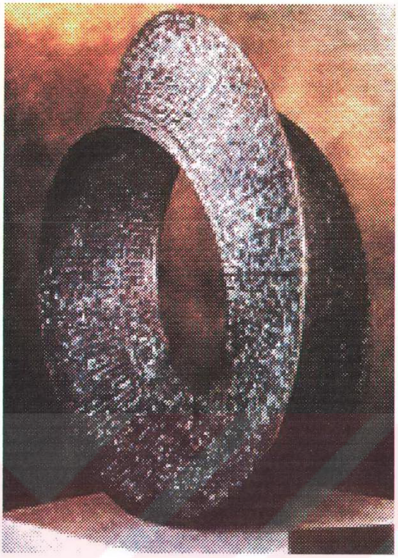
En basit ifadeyle fraktal geometride üretilen basit bir biçim tekrar eden algoritmik bir yapıyla sonuçta karmaşık bir yapıya dönüşmektedir. Bu algoritma, bir başlangıç durumu ve bu başlangıç durumuna uygulanan bir üreteç (üretim kuralı) ile kendi kendine benzeyen biçimler üretmektedir. Doğadaki bir ağacın gelişimi buna örnek olarak sayılabilir. Ağacın temel formunun belli uzunlukta bir doğru parçası olduğu düşünülürse, gövde ve buna bağlı dallar ile alt dallanmalar bir üretim kuralıyla temel formun çoğaltılmasıyla meydana getirilebilir. Bu üretim kuralı, doğru parçasının belli bir bölümünden 60 derece açı ile devamlı birbirine eklenen ve başlangıç doğru parçasının 1/3 oranında kısası olan doğru parçaları şeklinde kabul edilebilir. Bu algoritma sonsuza kadar devam eder. Sonuçta basit bir fraktal geometrik model oluşturur.

3. SANATTA ve TASARIM SÜRECİNDE MATEMATİK ve GEOMETRİK MODELLER

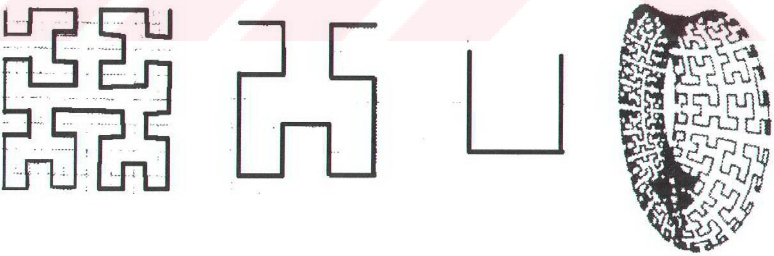
3.1. Matematik-Sanat

Mat-art matematikçilerin içinde yaşadığı dünyayı profesyonel matematikçilerin çemberi dışına taşımak için yapılan güçlü bir girişimdir. Mat-art terimi, kısaca tanımlamak gerekirse çıkış noktası ve yolu matematiksel olan sanat eserlerini tanımlamaktadır. Matematikle sanatın ilişkilendirildiği makalelerde Rönesans sanatçılarının çalışmaları, özellikle altın oran ve onun geleneksel sanat tekniklerinde kullanılışı, doğadaki geometri, Euclid olmayan geometriler, fraktallar ve bunların şaşırtıcı görünümleri ve matematikle müzik ilişkisi vb. konulardan bahsedilir. Fakat matematiksel sanat farklı bir önerme olarak karşımıza çıkmaktadır. Çıkış noktası, düşüncesi ve yolu matematiksel; tekniği ve ürünü sanatsal olan matematiksel sanat ile soyut kavramlar ve düşünce formları fiziksel materyallere ve görünümlere dönüşmektedir. Böylece bir yandan matematikçiler birbirleriyle farklı bir platformda iletişim kurabilme, öte yandan yeterli bilgiye sahip olmayan insanlar, matematikçilerin kafasının içinde olan biteni hissedebilme şansı bulabilmektedir. İlk bakışta soğuk ve inorganik görünen Mat-art, Heleman R.P. Ferguson, Anatolii T. Femenko'nun çalışmalarında sıcak ve canlıdır. (Koç, 1995) Bu dalda uğraş veren sanatçılardan Simon Thomas (heykeltıraş), Brent Collins (heykeltıraş), Linda Allison (Fraktal ressamı), Alice Kelley (Fraktal ressamı) v.d. eserlerinde özellikle fraktal geometriden yararlanmışlardır.

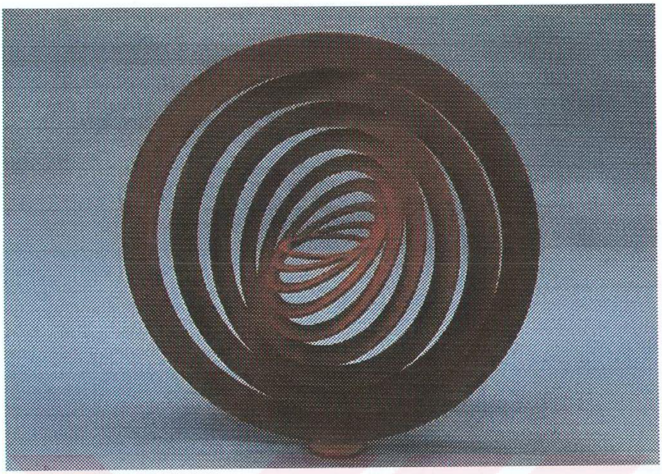
Amerikalı sanatçı Heleman R.P. Ferguson sanat eğitimini resim ve heykel üzerine Hamilton Koleji'nde, matematikte profesörlük derecesini Washington Üniversitesi'nde almıştır. Bilgisayar Destekli üretim ve bunun için yazılacak algoritmalar üzerine araştırmalar yapmıştır. Yaşamını heykel yaparak sürdüren sanatçı matematiğin kendine özel estetik bir tarafı olduğuna inanmaktadır. Matematiksel gerçek ve estetik, sanatçının Umbilic Torus Nist NC adlı eserinde vücut bulmuştur. Heykelin formu bir umbilic torustur. Dokusu ise Peano-Hilbert uzay eğrisinin 5. dereceden uygulanmasıyla elde edilir. Eğri sürekli tekrarlanan bir işlemle inşa edilir. Bu işlem sonsuz çoklukta tekrarlandığında eğrinin düzlemi bir noktadan bir ve sadece bir kere geçerek dolduracağı ispatlanabilir. Tek boyutlu eğri giderek iki boyutlu düzleme yakınsamaktadır. Bu ve buna benzer eğriler bugün tanımlanmış olan fraktal yapıların temelini oluşturmaktadır. (Koç, 1995)



Şekil 3.1:Bronz ve Taş Üstüne Kuramlar (Çağdaş, 1994)

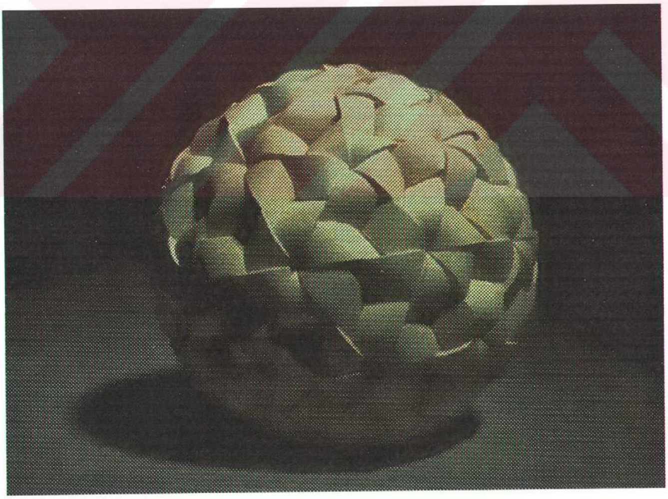


Şekil 3.2:Bronz ve Taş Üstüne Kuramlar adlı eserin Açılımı (Çağdaş, 1994)



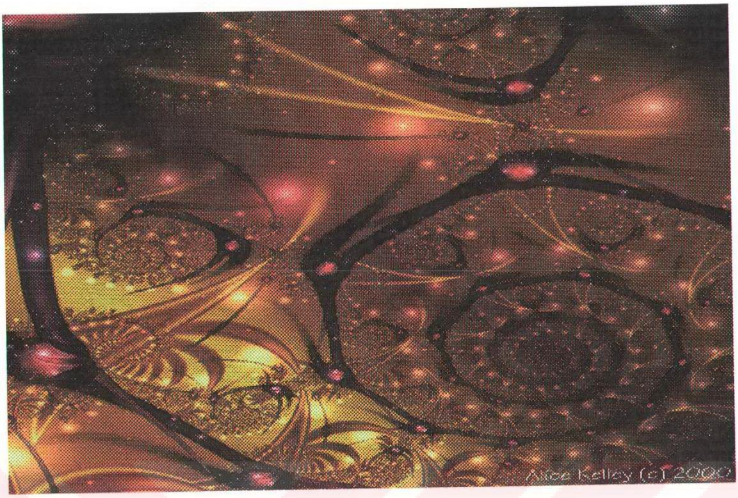
Şekil 3.3: Simon Thomas'ın Hypercone adlı eseri dönen kara deliklerin matematik modellemesinden elde edilmiş.

(http://www.uk.hpl.hp.com/brims/art/gallery/sthomas/index.html)



Şekil 3.4:Simon Thomas'ın Orb adlı eseri

(http://www-uk.hpl.hp.com/brims/art/gallery/sthomas/index.html)



Şekil 3.5:Alice Kelley' in Fireflies adlı fraktal bilgisayar grafiği.
(http://www.fractalus.com/cheshirecat/akuf271.htm)

3.2. Matematik, Geometri – Mimarlık

Matematik ve geometri , tüm bilimlerin ve sanatın olduğu gibi , mimarinin de temelinde var olan bir bilim dalıdır. Yunan döneminden bu yana, mimari formların temel ilkelerinin matematiğe dayalı olduğu açıkça görülmektedir. Bu ilkeler bazen sayısal bazen de geometriktir.(Stevens, 1990) Diğer taraftan mimari tasarımda formun tanımına ve temsiline ilişkin modeller de matematik ve geometriye dayanmaktadır.

Form kavramı bir nesnenin genel biçimi belirleyen sınırlarının sürekliliği ile oluşan biçimsel düzenini ifade eder. Mimarlıkta form kavramı, benzer şekilde, nesnenin (kitlenin) veya boşluğun (mekanın) sahip olduğu biçimin bütünsel, genel düzenidir. Kitlenin veya mekanın formundan söz edilebileceği gibi, parçaların yada elemanların formlarından da söz edilebilir (çatı formu, cumba formu vb.). Mimari form ile mimarlığın ürünü olan binaların (yapıların) kitlesel ve dış biçimlerinin genel düzeni anlatılır. (Onat, 1991) Mimari form yaratılırken mimar etkilendiği unsurlardan (arsa, yön, iklim vb.) çeşitli imgeler oluşturur.

Mimari tasarım sürecinde mimar zihninde oluşturduğu imgeleri, geliştirdiği kavram ve düşünceleri görselleştirebilmek ve hem kendi kendisiyle iletişim kurabilmek , dolayısıyla yeni imge ve düşüncelere geçebilmek ve hem de diğer kişilerle iletişim kurabilmek için çeşitli temsil araçlarını kullanmaktadır. Bu temsil araçları , 'tasarım yardımcı araçları' olarak adlandırılan temel geometrik öğelerle sembolleştirilmekte ve dışlaştırılmaktadır. Bir başka deyişle, mimar tasarım süreci boyunca imge ve düşüncelerinin geometrik modelini kurmaktadır. (Çağdaş, 1994)

Tasarlama sürecinde kullanılan ve temsil araçları olarak da isimlendirilen araçların bir sınıflaması yapılmak istenirse, bunları bunların iki başlık altında toplanabileceği görülmektedir. Bunlar :

- matematiksel nitelikli tasarım yardımcı araçları,
- geometrik nitelikli tasarım yardımcı araçları' dır.

Matematiksel nitelikli tasarım yardımcı araçları kendi içinde üç grupta sınıflandırılabilir.:

1. Sayılar (Mısır ve Aztek tapınakları, bazı islam eserlerinin biçimlenişinde kullanıldığı saptanan kozmik sayılar ve Ebced hesaplamaları vb.),
2. Sayı dizileri (Fibonacci serisi gibi),
3. Oran ve proporsiyonlar (Pek çok uygarlıkta biçimlendirme de kullanılan Altın Oran vb.). (Şener,1994)

Mimari tasarım sürecinde geometrik model oluşturmak amacıyla kullanılan geometrik tasarım yardımcı araçları Tasarım Araçları ve Örüntüler olmak üzere iki ana gruba ayrıldıktan sonra alt gruplara şu şekilde sınıflandırılırlar:

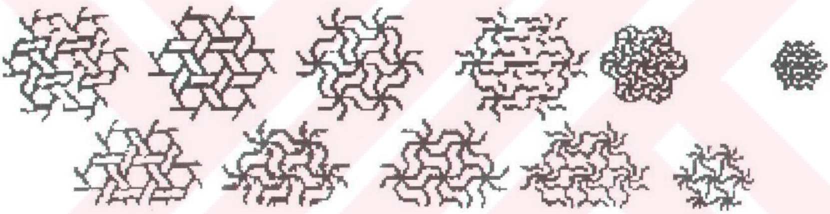
1. Tasarım Araçları :

- 0 boyutlu ve boyutsuz (nokta) araçlar,
- 1 boyutlu (çizgi) araçlar,
- 2 boyutlu veya düzlemsel (yüzey:kare, üçgen, daire vb..) araçlar,
- 3 boyutlu ve uzamsal (biçim: küp, piramit, prizma, küre, silindir vb.) araçlar.

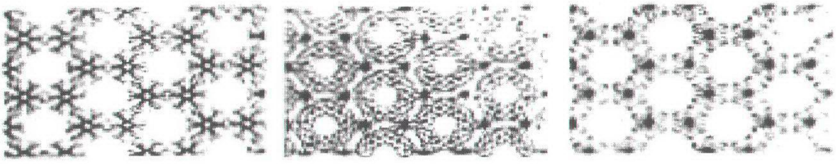
2. Örüntüler:

- 1 boyutlu örüntüler,
- 2 boyutlu ve düzlemsel örüntüler,
- 3 boyutlu ve uzamsal örüntüler.

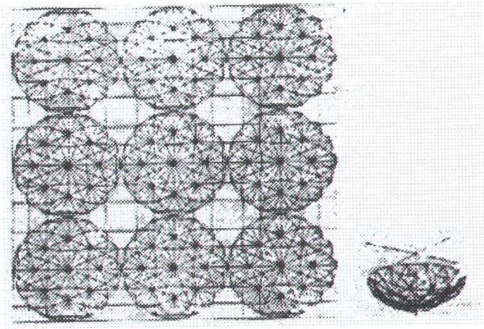
Tek boyutlu örüntüler, nokta ve çizgilerden oluşur. Geometrik dönüşümler (taşıma, yansıtma , döndürme, ölçek değiştirme , kesme, germe, çıkarma, kopyalama, yerine koyma, silme vb.) ve Boole cebri (birleşim, kesişim, fark alma) işlemlerinin bu örüntülere uygulanmasıyla daha karmaşık örüntüler elde edilir. İki boyutlu örüntüler kapalı çokgenlerden (tartan grid, süsleme amaçlı örüntüler vb.), üç boyutlu örüntüler ise çokyüzlülerden (polyhedra) oluşur. Bu örüntülerin oluşturulmasında tümdengelim (bir bütün örüntünün Alt-örüntülere ayrıştırılması) veya tümevarım (alt-örüntülerden bir bütünün oluşturulması) yaklaşımları izlenir. Bu amaçla, bu örüntülere yukarıda söz edilen dönüşüm boole cebri işlemleri uygulanır.



Şekil 3.6:1 boyutlu örüntüler (Çağdaş,1994)

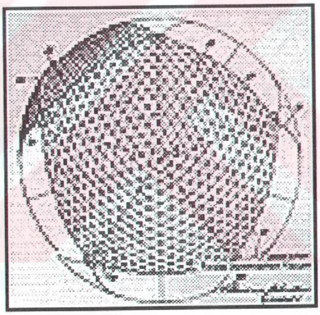


Şekil 3.7:2 boyutlu veya düzlemsel örüntüler (Çağdaş,1994)



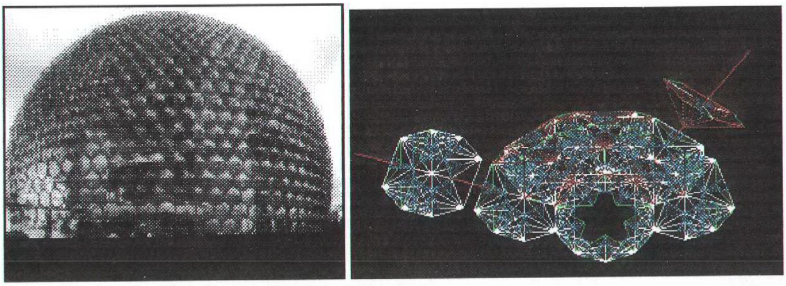
Şekil 3.8:3 boyutlu veya uzamsal örüntüler (Çağdaş,1994)

Yukarıda açıklanan geometrik tasarım yardımcı araçları , bilgisayarlı mimari tasarım ve çizim ortamında, kartezyen koordinat sisteminde x, y ve z notasyonları ile parametrik olarak tanımlanabilmektedir. Bu tanımlar Euclid geometrisine dayanır. (Çağdaş, 1994)



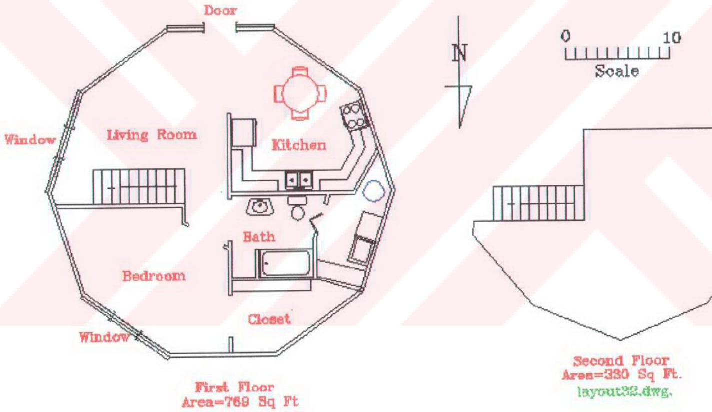
Şekil 3.9:Bucky Fuller 'in jeodezik kubbeleri

1. Grup tasarım yardımcı araçlarının mimari tasarım ürününün temsilindeki rolü açıktır.2. grup tasarım yardımcı araçları olan örüntüler ise tarih boyunca çeşitli kültürler (Çin, İslam, Maya) tarafından mimari tasarım ve süsleme amacıyla kullanıla gelmiştir. Örüntülerin mimarlık alanındaki daha çağdaş uygulamalarını A. Gaudi'nin organik binalarında , B. Fuller 'in jeodezik kubbelerinde ve P.L. Nervin'in uzay kafeslerinde görmek mümkündür.



Şekil 3.10:Bucky Fuller 'in jeodezik kubbeleri-2

(http://www.pbs.org/wnet/bucky/dome.html)



Şekil 3.11: Jeodezik Kubbe Formlu Bir Konut. Kubbenin konstrüksiyonu fraktal geometri ile üretilmiştir. Üçgen geometrisini tekrarından oluşmuştur.

(http://ourworld.compuserve.com/homepages/robert_conroy/geodesic.htm)

Şekil 3.12:Jeodezik Kubbe Formlu Bir Konutun Fraktal yapılı iskeleti

Şekil 3.13:Jeodezik Kubbe Formlu Konutun Dış fotoğrafi

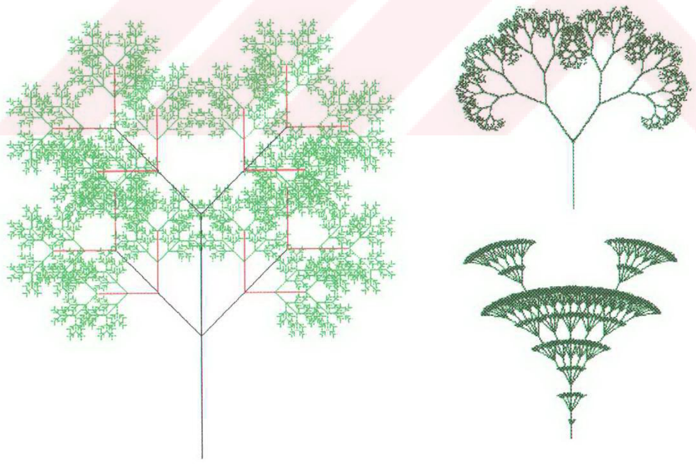
http://ourworld.compuserve.com/homepages/robert_conroy/geodesic.htm

3.3. Fraktal-Geometri-Mimarlık

Fraktal Geometriyi tanımlayan Mandelbrot, modern matematik, müzik, resim ve mimarlığın birbiriyle ilgili olduğunu belirtmekte ve söz konusu geometrinin mimarideki rolü içinde bir Mies Van der Rohe binasının Euclid geometrisiyle tanımlanabildiğini, buna karşılık bir Beaux Art binasının temsilinin ise fraktal geometri ile anlam kazandığını vurgulamaktadır. (Schmitt, 1988), (Mandelbrot, 1983).

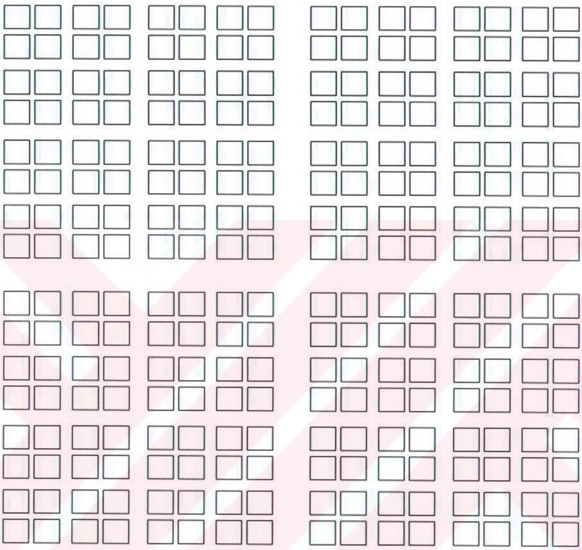
Fraktal geometriyle şekil yaratmanın temeli, basit bir biçimin tekrar eden algoritmik bir süreçle karmaşık bir yapıyı oluşturmasıdır. Sonuçta üretim kuralı ile kendi kendine benzeyen biçimler üretilmektedir.

Fraktallar, bilgisayarla yapılan mimari tasarımda, tasarım yardımcı aracı ve sözdizimsel (syntactic) bilginin temsili amacıyla kullanılan biçim gramerinin bir alt kümesi olarak kabul edilmektedir. Biçim grameri ile kıyaslanırsa, biçimin üretim sürecinde kullanılan kural sayısı daha az, tekrar sayısı fazla ve biçimin kendi kendine benzerlik özelliği yüksek olan geometrik nitelikli bir tasarım yardımcı aracıdır. (Schmitt, Chen. 1991)



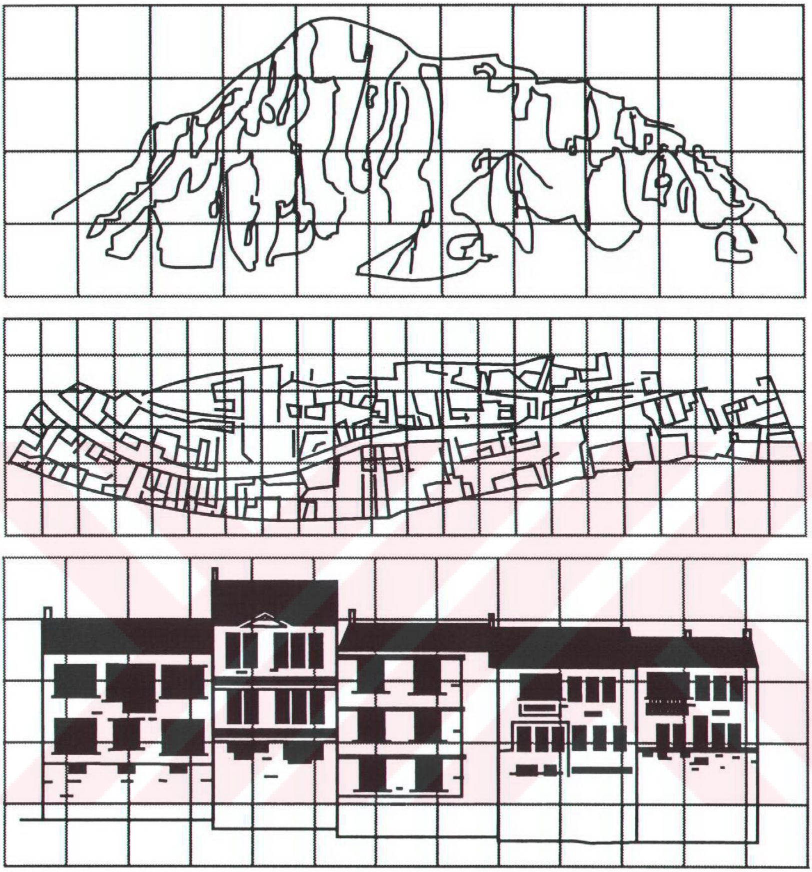
Şekil 3.14:Tümevarım yöntemiyle üretilen, ağaç modelleri

Çeşitli doğal ve yapma çevre objelerini fraktal geometriden yararlanılarak görsel temsilinin yanında, bilgisayar ortamında sayısal yöntemler kullanılarak iki ve üç boyutlu yontusal örüntüler de üretilebilir. Şekil-3.14'de tekrarlı bir fraktal algoritma ile tümevarım yöntemiyle üretilen ağaç modelleri ve Şekil-3.15'de tekrarlı bir algoritma ile ve tümdengelim yöntemiyle üretilen Taj Mahal bahçesinin planı görülmektedir.



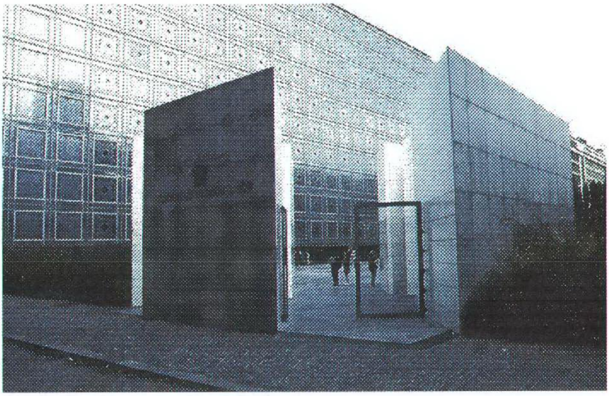
Şekil 3.15: Tümdengelim yöntemiyle tasarlanan, Taj Mahal Bahçesinin Planı

Doğa, Fraktal Geometri ve Mimarlık üçlemesinin bir arada bulunduğu örneklerden biri Amasya'nın tarihi evleridir. Amasyanın dağları ile Tarihi Ev gruplarının silueti ve cephelerinin aynı fraktal ritimde veya oranda olduğunu görülmektedir. Aynı ritmin Amasya'nın ortasından akan Yeşil Irmak ile tarihi evlerin yerleşimi arasında da varolduğunu görülmüştür. Sonuçta tarihi evleri inşa edenlerin Amasya'nın doğal çevresiyle uyumlu ve dolayısıyla doğanın geometrisi olan Fraktal Geometrinin ritim ve oranlarını bilinçli olmasa da kullandıkları anlaşılmaktadır. (Şekil 3.16) (Bovill,1996)

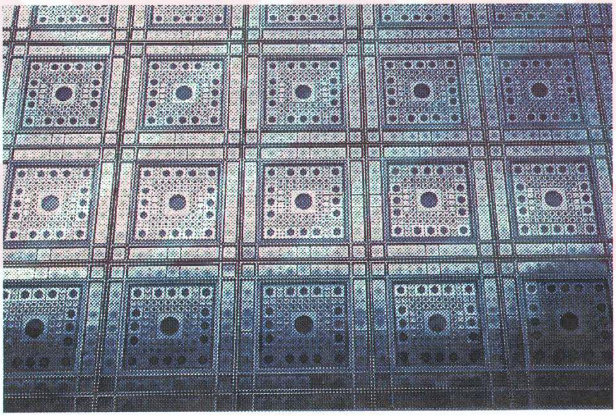


Şekil 3.16: Amasya'nın Tarihi Evlerinin Dağ ve Irmakla İlişkisi (Bovill,1996)

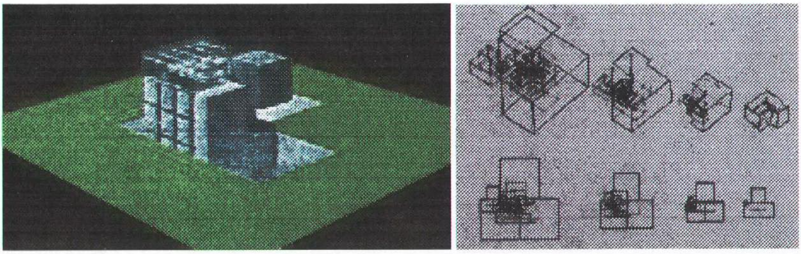
Fraktal geometriye dayanılarak mevcut binaların yeniden tasarlanmasına ilişkin çeşitli çalışmalar yapılmaktadır. Ancak, bu geometrinin, mimari tasarım ve süslemenin temsilinde kullanılmasına ilişkin yaklaşımlar henüz yenidir. Fransız mimar J. Nouvel 'in Paris 'teki İslam Kültür Merkezi 'nin cephesinde kullandığı diyagram motiflerin tasarımında Arabesk süsleme örüntüsüne dayalı fraktal geometriden yararlandığı açıktır.



Şekil 3.17:İslam Kültür Merkezi / Paris/ J.Nouvel
(http://www.greatbuildings.com/gbc/arab_institute/arab_inst_gate.jpg)

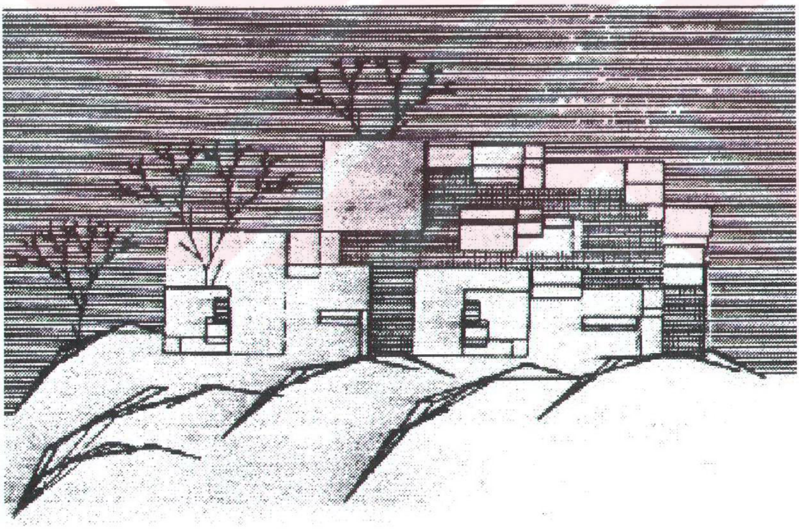


Şekil 3.18:İslam Kültür Merkezi Fraktal Cephe Formu
(http://www.greatbuildings.com/gbc/arab_institute/arab_institute.jpg)



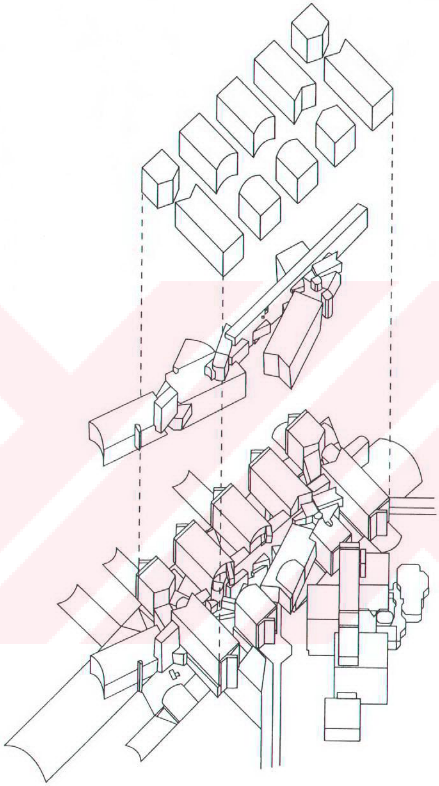
Şekil 3.19:Fin d'Ou T Hou S projesi aksonometri ve planları (Schmitt, 1988)

Şekil-3.20'de Üç fraktal (fraktal arazi, fraktal ağaç ve fraktal cephe) birlikte kullanılmıştır. Bu imgeleri üreten program, bu objeler konusundaki sözdizimsel bilgiyi içerir. Dekonstrüktivizmin öncülerinden Amerikalı mimar P. Eisenman Fin d'Ou T Hou S proje tasarımında esin kaynağı olan ve fraktal algoritma ile üretilen aksonometri, görünüş ve planlar Şekil-3.19'da görülmektedir (Schmitt, 1988). Aynı konut projesinin üç boyutlu modeli vardır.



Şekil 3.20:Fin d'Ou T Hou S projesi görünüş. (Schmitt, 1988)

P. Eisenman, Frankfurt Üniversitesi Biyoloji Araştırma Merkezi 'nin tasarımında Euclid geometriyi terk ederek, biyolojik gelişme sürecine benzerliği nedeniyle fraktal geometriyi temel aldıklarını belirtmektedir. (Papadakis, v.d., 1989) Gelecekteki gereksinmeleri ve gelişmesi tam olarak bilinmeyen binanın formu, fraktal geometrinin biyolojik bölünme ve gelişme sürecine benzer üretken bir yaklaşımla tasarlanmıştır. Bu biyolojik sürecin mimari anlamda yorumlanması ise, fraktal geometrinin kullanımı ile mümkün olmuştur. (Şekil 3.21)



Şekil 3.21: Frankfurt Üniversitesi Biyoloji Araştırma Merkezi
(Bovill, 1996)

C.Yessios, fraktal algoritmanın ilginç şekiller üretebileceğini ama bir bina biçimi üretemeyeceğini, bu nedenle de algoritmik sürecin yönlendirilmesi ve bazı koşullarla sınırlandırılması gerektiğini belirtmektedir. Bu nedenle bu süreç için biyolojik bir terim olan değişim (mutation) terimini kullanmakta ve fraktal sürecin binanın işlevselliğinin faydacıl gereksinimleri doğrulusunda değiştirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır (Yessios, 1987). Fraktal geometride, algoritmik sürece 'değiştirme yöntemi' uygulanılarak 'gelişigüzel fraktallar' elde edilebilmektedir (Özgüç, 1993). Böylece iki boyutlu bina planları üretilebilmekte ve 3. Boyut için ya kullanıcı boyut bildirmekte ya da Fibonacci dizisi uygulanmaktadır.

Fraktalların kentsel tasarımda ya kendiliğinden oluştuğu yada bilinçli olarak uygulanabildiği görülmektedir. Eşkenar üçgenin her kenarının tekrar üçe bölünerek yeni eşkenar üçgenlerin üretilmesiyle elde edilen Koch eğrisine benzer fraktal, sınırlı bir şehir alanında kent planlama uygulamalarına örnek olarak gösterilmektedir. (Brambilla, 1990).

3.4. Tasarım Sürecinde Geometri ve Matematik Modeller

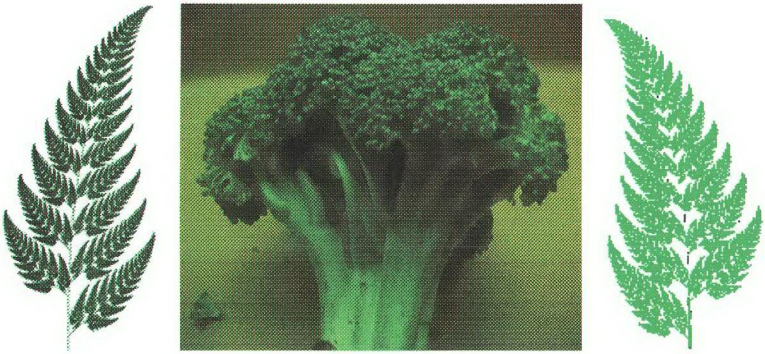
3.4.1. Fraktal Geometri

1975 yılında, Fransız matematikçi Mandelbrot, doğada var olan her objenin biçiminin Euclid geometrisiyle tanımlanamadığını vurgulayarak 'Fraktal Geometriyle' bu tanımlamaların mümkün olduğunu ortaya koymuştur. Böylece galaksi, dağ, bulut, ağaç, kıyı şeridi vb. doğal biçimler de tanımlanabilmektedir. Fraktal geometride bu tür objeleri tanımlayan biçimler tekrarlı bir algoritma ile üretilirler.

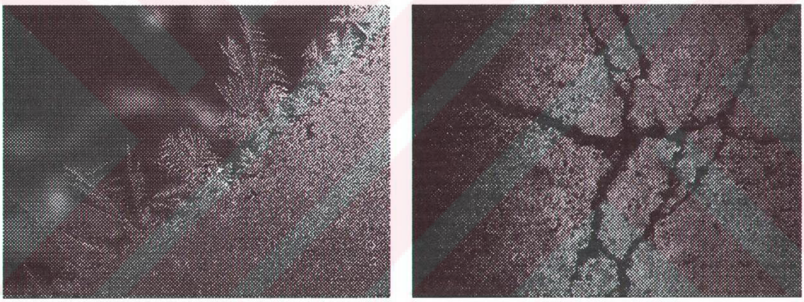
Fraktal sözcüğü, Latince fractus'tan gelen frangere (kırmak) fiilinin sıfat halinden alınmıştır. Mandelbrot'un 1977'de yayınladığı "Fractals" ve daha sonra 1983'de yayınladığı "The Fractal Geometry of Nature" adlı kitaplarla fraktal geometriyi tüm dünyaya tanıtmıştır.

Euclid geometrisi cisimleri yalnızca bir, iki ya da üç boyutta tanımlamıştır. Fraktal geometri ise sıfır boyutlu noktalar, bir boyutlu çizgiler, iki boyutlu düzlemler ve üç boyutlu hacimler arasında yer kaplayan ve boyutları kesirli sayılarla ifade edilen yapıları tanıtmıştır.

Euclid geometrisiyle düzlemsel bir bölgeyi doldurmak için sonsuz sayıda doğru gerekir. Oysa sonsuz kıvrımlı bir doğru, sonunda bir kağıt parçasını doldurabilir. Bu sonsuz kıvrımlı doğru bir fraktal eğridir. Fraktal eğri bir boyutlu değil bir ile iki arasında, bir tam sayı ile ifade edilemeyen bir boyuta sahiptir. Fraktal cisimlerin hepsi benzeri kesirli bir boyuttadırlar ve buna fraktal boyut denir.



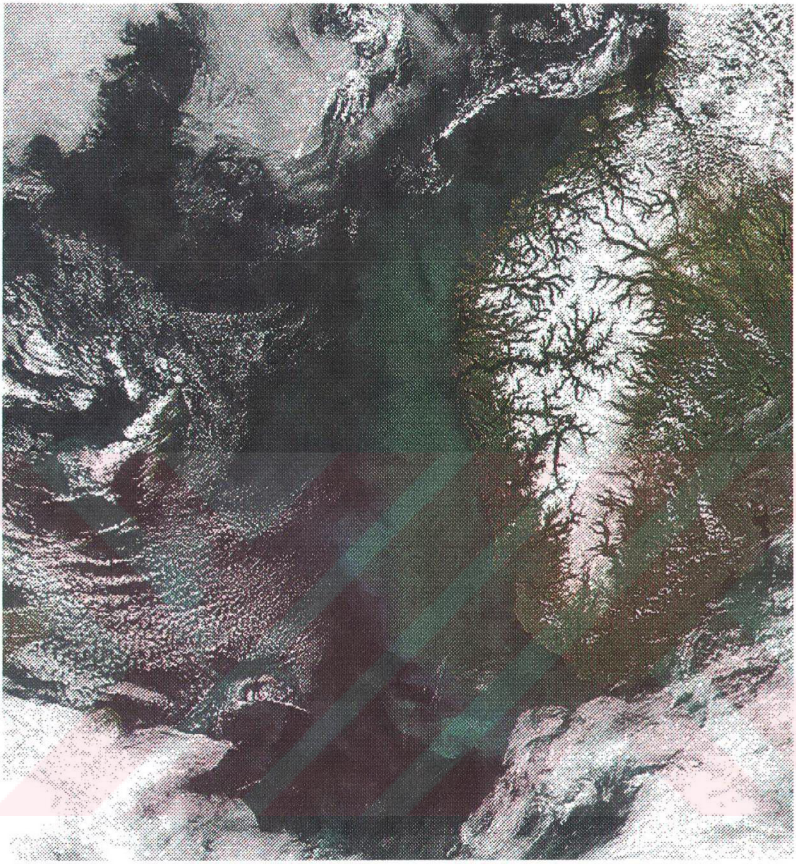
Şekil 3.22:Doğada Fraktallar Eğreti Otu ve Bronkoli
(http://sprott.physics.wisc.edu/fractals.htm)



Şekil 3.23:Buz Kristali ve Çatlak (http://sprott.physics.wisc.edu/fractals.htm)

Benzer şekilde, bir kağıt parçası alınır, top halinde buruşturulursa, boyutu iki iken üçe yaklaşmış olur. Buna rağmen kağıt parçası topolojik olarak hala iki boyutlu yüzeydir. Yine fraktal eğriler de topolojik olarak hala iki boyutlu yüzeylerdir., ancak topolojik olarak bir eğri oldukları için de bir boyutludur (Özgüç, 1993).

Fraktallar Mandelbrot tarafından kısaca "fraktal boyutu, topolojik boyuttan büyük olan kümeler" olarak tanımlanmıştır (Özgüç, 1993).



Şekil 3.24:Norveçte ırmak yataklarının uzaydan çekilmiş fotoğrafı
(http://classes.yale.edu/99-00/math190a/Norway.gif)

Fraktal geometri matematiğin karmaşık yönünün şekillendirilmiş bir biçimidir. Son zamanlarda bu amaç için bilgisayarların kullanılması ilgi uyandıran sayısal geometrik şekillerin ortaya çıkması bu alanı popüler hale getirmiştir. En basit ifadeyle fraktal geometride, üretilen basit bir biçim tekrar eden algoritmik bir yapıyla sonuçta karmaşık bir