

Mimari tasarımda fraktal kurguya dayalı üretken bir yaklaşım

Özgür EDİZ*, Gülen ÇAĞDAŞ

İTÜ Mimarlık Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Taşköprü, 34437, Taksim, İstanbul

Özet

Günümüz mimarlık ürünlerinin oluşturulmasında farklı tasarım yaklaşımları kullanılmaktadır. Kavramsal anlamda çok farklı olgulardan başlayarak sıradışı formların üretildiği mimari örnekler sıklıkla rastlanmaktadır. Yeni tasarım örneklerinin bu yöndeki gelişimi farklı geometrik kurgulardaki formların, dijital tasarım ortamlarında betimlenerek üç boyutlu modellerinin üretilmesi ile desteklenmektedir. Bu çalışmada belli bir mimari dile ait biçim sözlüğünde bulunan elemanların fraktal kurgusunda var olan ilkeleri kullanarak bilgisayar ortamında mimari tasarımda ve mimari biçimlerin üretilmesinde yol gösterici olabilecek bir yaklaşımın geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu yaklaşım, mevcut bir mimari dokunun fraktal boyutuna ve özelliklerine dayanarak yeni formların üretilmesinde yaratıcılığı destekleyici üretken bir tasarım yaklaşımıdır.

Anahtar Kelimeler: Mimari tasarım, bilgisayar destekli mimari tasarım, fraktal geometri, üretken yaklaşım.

A generative approach based on fractals in architectural design

Abstract

Nowadays, different design approaches are being used in the formation of architectural products. Beginning with very different facts in the conceptual sense, examples of architecture produced by unusual forms are often encountered. The development of new design examples in this direction is supported by the production of forms in different geometric perceptions and of three dimensional models defined in digital design situations. In this study, by using the principles existing in the fractal perception of the elements found in a vocabulary relevant to a certain architectural language, an approach is suggested which will be able to show the way to computer aided architectural design and production of architectural forms. This approach, by relying on the fractal dimension and features of an existing architectural pattern, is a generative design approach supporting creativity in the generation of new forms. With the generative model formed by this approach, and by looking at the reality of architectural design from a different point of view, an attempt has been made to examine how fractal geometry may be used as a tool in architectural design. In the study, the place of fractal geometry within the scope of shape grammar and how it can be of benefit to the process of architectural design from a computer - aided design approach are examined.

Keywords: Architectural design, computer aided architectural design, fractal geometry, generative approach.

*Yazışmaların yapılacağı yazar: Özgür EDİZ. ozgurediz@hotmail.com; Tel: (533) 631 42 55.

Bu makale, birinci yazar tarafından İTÜ Mimarlık Fakültesi'nde tamamlanmış olan "Mimari tasarımda fraktal kurguya dayalı üretken bir yaklaşım" adlı doktora tezinden hazırlanmıştır. Makale metni 08.12.2003 tarihinde dergiye ulaştırılmış, 27.01.2003 tarihinde basım kararı alınmıştır. Makale ile ilgili tartışmalar 30.09.2005 tarihine kadar dergiye gönderilmelidir.

Giriş

Günümüz mimarlığı “Kaos Teorisi”¹ ile keşfedilen fraktaller ve “kendine benzerlik” (self similarity) kavramlarından etkilenmiştir. Bu anlamda çağdaş mimarlık örnekleri incelendiğinde, daha önce karşılaşılmayan ve alışık olunmayan çeşitli formların ortaya çıktığı, kavramsal anlamda çok farklı olgular üzerine oturtulan mimari yaklaşımların olduğu görülür. Günümüz mimarlığının örnekleri, aslında yakın zaman dilimi içindeki mimariden oldukça farklıdır. Bu mimaride Euclid kaynaklı formların bulunmadığı ve yeni tasarımların “fraktaller, dalga formları ve kozmos’u oluşturan çeşitli kurgulardan oluştuğu görülür” (Jencks, 2002).

Jencks’in bu düşüncesi çoğulculuk ve karmaşıklık kavramları ile tamamen örtüşmektedir. Kültürel çoğulculuğun farklı tatlar sunması gerekmektedir, farklı etnik geçmişler, farklı ekonomik gruplar halen mimariyi motive etmektedir. Ayrıca Alexander Koyre’un “Yunanlıların kozmosu keşfetmesinden sonra yaşanan en büyük devrim kozmosun yıkılmasıdır” (Bumin, 1996) görüşü de Jencks’in “Kozmik Evrim” dediği “Kaos Teorisi” ile ortaya çıkan bu düşüncüyü destekler niteliktedir.

Kaos ile ortaya çıkan kendine benzerlik kavramının temelinde fraktaller yatmaktadır. Fraktal kavramı yunanca “fractus” dan gelmektedir. Dilimize çevrildiğinde parça, kırma, kırılma, kesir, kesirlere ait ve düzensizlik anlamlarının olduğu görülür. Fraktal geometriyi, B. Mandelbrot 1980’li yıllarda ortaya koymuş olup, Euclid geometrisinden tamamen farklı bir yapı gösterir (Mandelbrot, 1982). Kaos Teorisi ile ortaya çıkan belirsizlik ve düzensizlik kavramları, fraktalleri oluşturan temel kavramlardır. Euclid geometrisindeki kesinlik, katılık fraktallerde yoktur (Tablo 1).

Diğer taraftan üretken mimari tasarım modellerinin temeli Chomsky’nin dil kuramı çalışmalarıdır.

¹ Kaos: İlk maddenin evrendeki düzenden önce söz konusu olan, düzensiz, karmakarışık, şekilden yoksun ve ayrılaşmamış haline verilen ad. Dünyanın yaratılışından önce, bütün maddi öğelerin içinde bulunduğu karışıklık, kargaşalık (Cevizci, 1996).

larına dayanmaktadır. Dilde kelimelerin düzenleme kuralları olduğu gibi mimari dillerde de elemanların düzenlenmesiyle ilgili bazı kurallar vardır. Mimarlık ve geometri bağlamında biçimsel kurgularla ilgili araştırmalar tarihte yoğun olarak yapıla gelmiştir. Bir mimari dile ait bir tasarım ürünü ve mimari elemanlar, bu elemanlardan ürünün oluşturulmasında kullanılan kuralları içeren söz dizimi, anlam, bağlam ve biçim çerçevesinde ortaya konulur (Schmitt, 1988).

Chomsky’nin dilde varolduğunu belirttiği sözdizimsel ve anlamsal özelliklere paralel olarak, Steadman da, mimari dil bilimi olası mimari biçim ve düzenlemelerin oluşturulmasıyla ilgilenen sözdizimi ve bu düzenlemelerin anlamı ile ilgilenen anlam bilim olarak iki bölümde incelemektedir (Steadman, 1983).

Bilgisayar ortamında mimari tasarımların üretilmesinde kullanılan modellerde bu iki özellik iki farklı yaklaşımla modellenmektedir:


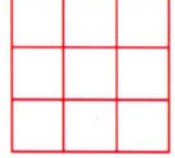
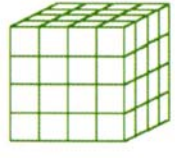


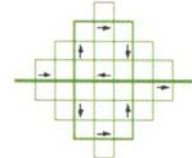
- Tasarımın topolojik ve geometrik tanımlarını üreten modeller,
- Tasarım tanımları ile performans gereklilikleri arasındaki uyulaşımı sağlayan modeller.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen üretken yaklaşımın mevcut bir mimari dile ait kurguya dayalı mimari formların üretilmesinde yaratıcılığı destekleyecek yönde kullanılması amaçlanmıştır. Bu yönüyle model, tasarımların topolojik ve geometrik tanımlarını üretmektedir. Üretilen formlar bağlamla bütünleştirilerek işlevsel özelliklerin atanması ve performans gerekliliklerinin değerlendirilmesiyle mimari tasarım ürünü olarak yorumlanabilir.

Mimari tasarımda fraktal kurgular

Kendine benzer bir yapı gösteren fraktal kurgulara mimarlık alanında oldukça sık rastlanır. Bir yapının kitlesinden, iç mekanındaki en küçük elemana kadar yaklaşılarak bir çok “kendine benzer” detaya sahip olduğu görülebilir. Gotik mimari bu anlamda iyi bir örnektir. Bir araştırma ile Gotik bir katedralin kolon başlığının, katedralin küçük bir kopyası olduğu görülebilir.

Tablo 1. Euclid geometrisi ve fraktal geometri (Özsarıyıldız, 1991)'den uyarlanmıştır

Euclid Geometrisi	Fraktal Geometri		
Geleneksel (>200yıl)	Modern (~20 yıl)		
Karakteristik bir ölçek ve boyut var	Özel bir şekilde ya da ölçekte değil		
Basit objeler için uygulanır	Doğadaki formlara uygulanabilir		
Bir formül ile tanımlanabilir	Çevrimli bir algoritma ile tanımlanabilir		
	r	N	$N=r^D$
 line	5	5	5^1
 square	3	9	3^2
 cube	4	64	4^3
	D_T	r	N
 Cantor Set	0	3	2
 Sierpinski Gasket	1	2	3
 Peano Curve	1	3	9
			$D_S = \frac{\log N}{\log r}$
			0.63
			1.58
			2.00

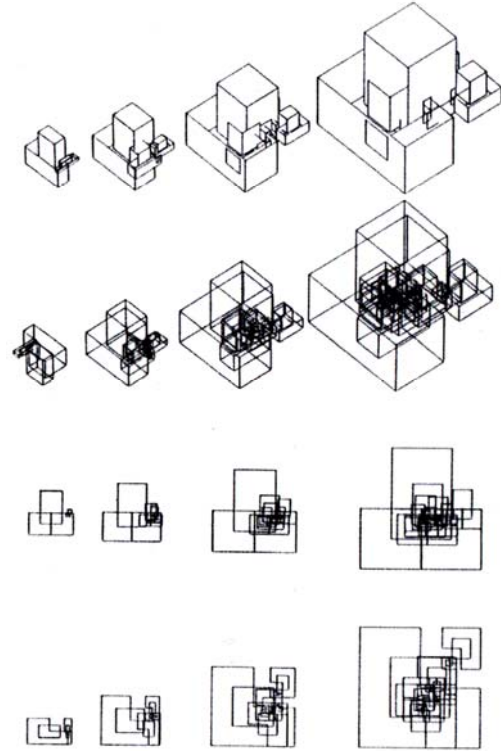
Bu tıpkı bir paleoantoloğun, bir dinazorun arka kemiklerinden faydalanarak iskeletin tamamını çıkarabilmesine benzer. Böylelikle katedralin küçük parçalarından tamamını tahmin etmek olasıdır. Aslında mimarlık tarihinde sıkça rastlanan kendine benzer öğelerden oluşmuş bu yapı, fraktal mimaridir.

Fraktal geometri mimarlık alanında günümüzde de kullanılmaktadır. P. Eisenman'ın tasarladığı "Fin d'Out Hou S" konut projesi birbirine benzer geometrik formların üretilmesiyle tasarlanmıştır (Şekil 1).

Fraktal geometri üretken mimari tasarımda yeni bir yaklaşımı destekleyici yönde kullanılmaya başlanmıştır. Fraktal geometriye dayalı kurgular bilgisayar ortamında çevrimli algoritmalarla temsil edilebilirler ve yüzeylerin ve strüktürlerin oluşturulmasında kullanılırlar.

Biçim gramerleri, üretken mimari tasarım yaklaşımlarında yaratıcılığı destekleme yönünde ve yenilikçi tasarım amacıyla günümüzde bir çok farklı şekilde kullanılmaktadır. Fraktal yaklaşımlar ise, biçim gramerinin özel bir uygulama alanı olarak, bilgisayar destekli tasarım kapsa-

mında ve bilgisayar ortamında üretken algoritmalarla temsil edilmektedir.



Şekil 1. "Fin d'Out Hou S", Peter Eisenman (Schmitt, 1988)

Fraktaller bilgisayar destekli mimari tasarım alanında, tasarım yardımcı aracı ve sözdizimsel (syntactic) bilginin temsili amacıyla kullanılan biçim gramerlerinin bir alt kümesi olarak kabul edilmektedir. Biçim grameri ile karşılaştırılırsa, fraktaller biçimin üretim sürecinde kullanılan kural sayısı daha az, kuralın tekrar sayısı daha fazla ve biçimin kendine benzerlik özelliği yüksek olan, geometrik nitelikli tasarıma yardımcı bir araçtır (Schmitt ve Chen, 1991).

Fraktal geometriyle, 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 üretim kuralı ile kendi kendine benzeyen biçimleri üretmektedir (Çağdaş, 1994).

Ayrıca fraktaller mevcut dokuları tanımlamakta etkinlik gösterirler. Böylece “fraktal değer” bağlamında bu dokuları incelemek ve bu dokuya ait sözdizimsel tasarım bilgisini elde etmek mümkün olur. Bu dokular doğal dokular olabildiği gibi mimari dokular da olabilir. Bu özellik mimarlık alt kültürlerini dikkate alarak tasarım fikirlerinin oluşması için geleneksel ve mevcut biçimsel modellerden faydalanma görüşünü desteklemektedir (Abel, 1988).

Çalışma kapsamında mevcut bir mimari dilin fraktal boyutuna ve özelliklerine dayanarak dilin sürekliliğini sağlayabilecek yeni formların üretilmesiyle tasarıma yol gösterici üretken bir yaklaşım geliştirilmiştir. Mimari dilin topolojik ve geometrik özelliklerini yansıtan bu yaklaşım, bağlamla bütünleştirilerek işlevsel gereksinimlerle yönlendirilen algoritmalarla desteklenmelidir.

Fraktal değerinin hesaplanması ve fraktal leke oluşturma yöntemleri

Varolan bir mimari kurgudaki fraktal değerinin saptanması için “kutu sayım yöntemi” kullanılır (Bovill, 1996). Bu yöntem ele alınan kurgudaki detay zenginliğini ve tekrarları dikkate alır. Kutu sayım yöntemi ile hesaplanan fraktal değer, içinde veri bulunan çizgileri içeren kutuların sayılması ve boş kutularla oranlanması ile belirlenir. Bu amaçla oluşturulan ızgara büyüklüğü küçüldükçe içinde veri bulunan kutu sayısı artar.

Daha sonraki aşamada bulunan dolu ve boş kutular aşağıdaki formülde yerlerine konur ve fraktal değer elde edilir.

$$D = \frac{\log(a) - \log(b)}{\log(c) - \log(d)} \quad (1)$$

Mudanya’da bir sokağa ait silüetin bu yöntemle hesaplanan fraktal değeri “1.7” olarak bulunmuştur (Şekil 2). Bu değer fraktal kurgunun oldukça yüksek olduğunu ve mimarideki detay zenginliğinin varlığını gösterir. Fraktal değer “1”e yaklaştıkça bu kurgu gücünü kaybeder.

Kutu sayım yöntemi ile elde edilen fraktal değer doku hakkında ipuçları verirken, yeni dokuların oluşturulmasında da kullanılabilir.

Araştırılan dokuda ya da öngörülen yeni oluşumda belli bir mimari biçim sözlüğünde bulunan elemanların ve fraktal kurgusundaki ilkeler kullanılarak, geliştirilen üretken modeller mimari biçimlerin üretilmesinde ve bilgisayar ortamında mimari tasarımda yol gösterici veya yaratıcılığı destekleyici anlamda kullanılabilir.

Oluşturulacak yeni dokular “Curdling Yöntemi” ile fraktal kurguya sahip olarak üretilebilir. Curdling Yöntemi, Mandelbrot’un bir tür fraktal leke oluşturma sürecinde kullandığı bir yöntemdir. Fraktal leke ortak özellikler gösteren noktalar ya da şekiller grubunu birbirinden ayırmaya yarar. Gökyüzünde yıldız düzenlerindeki, rastlantısal gruplanmış gibi duran yıldız kümelerinin oluşması, Curdling Yöntemi ile açıklanabilir (Bovill, 1996).

Curdling Yöntemi’ni açıklamak için boş bir kağıda ızgara düzeni çizerek başlanabilir. Daha sonra oluşturulan ızgaranın içindeki bazı kareleri rastlantısal olarak seçen, diğerlerini gözardı eden rasgele sayı üretme (random number generator) işlemi yapılır. Başka bir yöntem ise her bir kare için ayrı ayrı geliştirilen yazı-tura olarak adlandırılan, işlemin yapılmasıdır.

² D: Fraktal değer

a: sonraki çevrimde sayılan dolu kutu sayısı

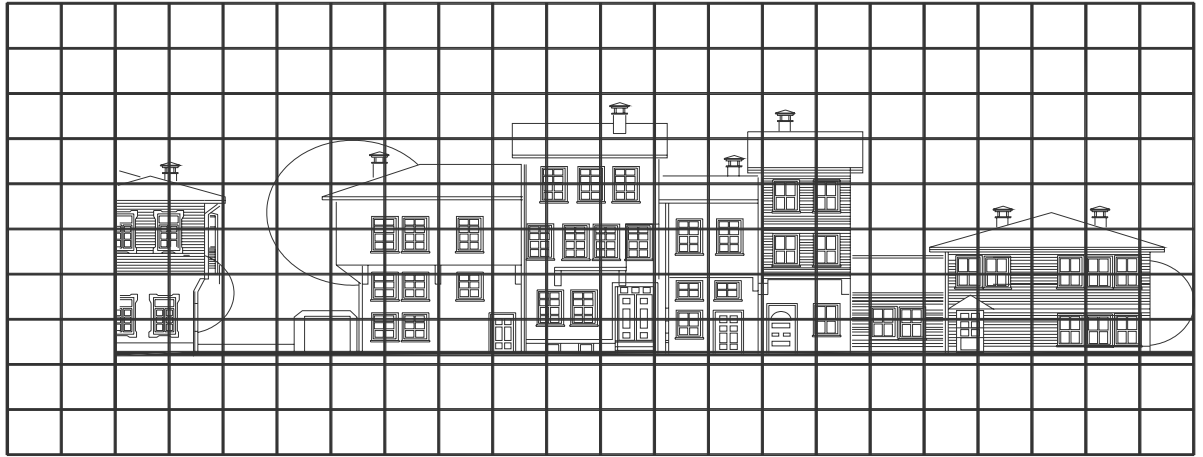
b: önceki çevrimde sayılan dolu kutu sayısı

c: sonraki çevrimde yer alan alt satırdaki kutu sayısı

d: önceki çevrimde yer alan alt satırdaki kutu sayısı



Kutu sayım yöntemi, $x=12$, $y=5$



Kutu sayım yöntemi, $x=24$, $y=10$

Şekil 2. Mudanya konutlarının fraktal değerinin hesaplanması

Böylece $\frac{1}{2}$ olasılıkla kareler seçilmiş ya da göz ardı edilmiş olur. Örneğin dokuzlu ızgara kullanılıyorsa, bu karelerden bazıları göz ardı edilecektir. Birinci çevrimde işlem bu şekilde tamamlandıktan sonra, ikinci çevrimde seçilen her kare de kendi içinde dokuza bölünür ve bu işlem sürdürülür. İdeal yöntem bu işlemi en son leke kalıncaya kadar sürdürmektir. Tüm çevrimlerde, daha sonraki çevrimde lekenin nerede yer alacağına dair bir bölge ayrılarak seçilir.

Mimari tasarımda fraktal kurguya dayalı üretken bir yaklaşım

Mimari tasarımda tasarımın yapılacağı çevrenin çok yönlü bir şekilde tanımlanması büyük önem taşımaktadır. Mimari tasarımın gerçekleştirileceği çevre sosyo-kültürel, doğal ve yapay olmak üzere üç ana kurgudan oluşmaktadır. Mimari

tasarımın başarısı söz konusu kurguların tanınmasına bağlıdır. Başarılı olarak nitelendirilebilecek bir analiz süreci doğru soruların sorulması ile başlamaktadır. Leonardo Da Vinci'nin yedi temel prensibinden birincisi Curiosita³ bu anlamda mimari tasarım sürecinin soru sorma eylemi adımını desteklemektedir. Doğru sorular sorulduğu sürece sosyo-kültürel, doğal ve yapay çevreye hakim olmak mümkündür. Sorulara yanıt verilebilmesi için ise rasyonel verilere ihtiyaç vardır. Birbirlerini geri besleyerek oluşan bu soru sorma ve rasyonel verileri elde etme eylemi, tasarıma yön verecek girdiyi oluşturmaktadır. Bu verilerden birisi şüphesiz doğal çevredir. Fraktaller doğayı tanımlamakta bize yeterli verileri sunma imkanı verirler.

³ Curiosita : Merak, sürekli öğrenmek için sonsuz bir açlık (Gelb, 2000)

Diğer taraftan Chomsky'nin dil kuramı çalışmaları bilgisayar destekli mimari tasarımda biçim grameri çalışmalarına yön vermiştir. Doğal, yapay ve sosyo-kültürel çevreyi oluşturan göstergeler aslında Chomsky'nin de belirttiği gibi belirli bir gramerin öğeleridirler.

Fraktal geometri ile bu göstergeleri betimlemek mümkündür. Doğadaki gibi detay zenginliğinin mevcut dokularda olup olmadığını ya da doğa ile yerleşme arasında kurgusal bir bağın varlığını araştırmak bu yöntemle mümkün gözükmemektedir. Bu bağlamda mevcut dokuda yeni tasarımların üretilmesi sürecinde fraktal kurgudan yararlanmak söz konusu olabilir. Çünkü bu yaklaşım karmaşık bir nesnenin ya da yapının temsilinde kullanılabilir. Ayrıca, doğadaki aynı karmaşa ve aynı çeşitlilikteki formların üretilmesinde yol gösterici olabilir.

Çalışma kapsamında mevcut bir mimari dile ait yapıların ve örüntülerin tasarıma ait geometrik kurguları incelenerek yeni tasarımların üretilmesinde yol gösterici olabilecek fraktal geometriye dayalı bir yaklaşım önerilmektedir. Bu kapsamda, mimari bir düzenleyimi oluşturan temel gramer kurallarının, benzer tasarım örneklerinin analiz edilmesiyle tanımlanabilmesi ve çıkarılan bu kurallara dayanılarak yeni tasarımların üretilmesine yön verecek düzenleyimleri üretmek amaçlanmıştır. Önerilen yaklaşımın mevcut çevrenin özgün dokusal dilini fraktal geometri ile tanımlayarak yeni özgün dokuların üretilmesinde form arayışları bağlamında yaratıcılığı destekleyebileceği düşünülmektedir.

Bu yaklaşımın geliştirilmesinde aşağıdaki aşamalar gerçekleştirilmiştir:

- Curdling yöntemini kullanarak seçilen bir birimden oluşan ve fraktal özellik gösteren farklı yerleşme dokuları oluşturmak amacıyla bir algoritma geliştirilmiştir.
- Geometrik olarak tanımlanan bir başlangıç biçimine farklı fraktal değerlerin uygulanmasıyla farklı formlar oluşturan üretken bir algoritma geliştirilmiştir.
- Geliştirilen algoritmaların uygulamasına veri oluşturmak amacıyla mevcut bir mimari

doku seçilmiştir. Fethiye/Kayaköy yerleşmesi karakteristik mimari dokusu nedeniyle ele alınarak yerleşme, sokak ve konut ölçeğinde fraktal özellikleri saptanmıştır. Fraktal değerlerin saptanmasında kutu sayım yöntemi kullanılmıştır.

- Kayaköy yerleşmesinin ve seçilen bir sokak dokusunun fraktal değerleriyle, konutların tipolojik ve fraktal özelliklerinin geliştirilen algoritmalara uygulanmasıyla yeni tasarım önerilerinde dokunun sürekliliğini sağlayabilecek seçenek çözümler üretilmiştir.

Bu aşamalar ayrıntılarıyla aşağıda açıklanmıştır.

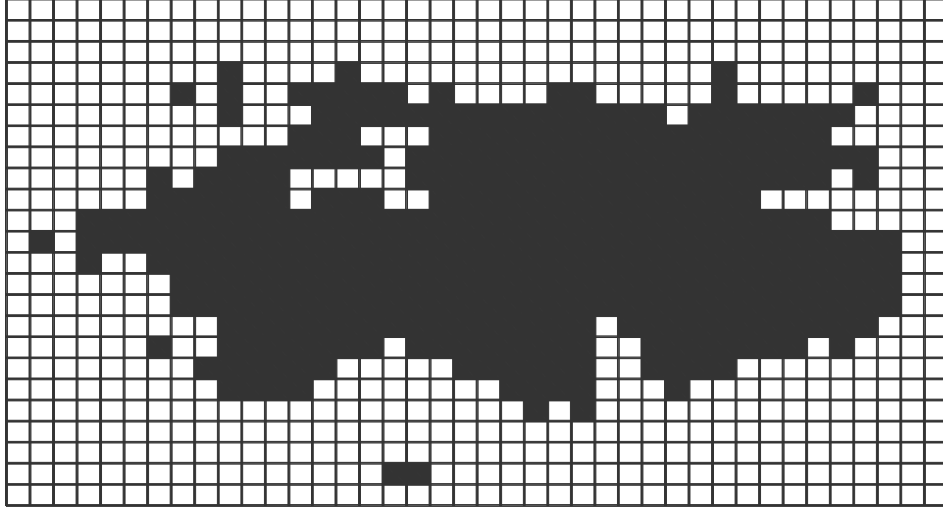
Mevcut dokuya ait fraktal değerlerin hesaplanması

Önerilen yaklaşımın uygulanması için öncelikle yerleşmenin daha sonra, yerleşmedeki mevcut bir sokağın ve bu sokaktaki farklı plan kurgusuna sahip konutların fraktal değerleri hesaplanmıştır. Kutu sayım yöntemi ile elde edilen değerler, yerleşme, sokak ve konutlar düzeyinde yorumlanmıştır. Bu değerlendirme sonucunda dokunun sürekliliğinin varlığı araştırılmış, konut-topografya ilişkisi irdelenmiştir. Fraktal değer hesaplanması ile elde edilen değerler, oluşturulacak yeni doku için veri olarak kullanılmıştır. Yeni dokunun üretiminde veri olarak Kayaköy'den elde edilen fraktal değer kullanıldığı üretken bir algoritma geliştirilmiştir.

Mevcut yerleşmenin fraktal değerinin hesaplanması

Yerleşmenin fraktal değerinin hesaplanması için öncelikle konutların vaziyet planı ölçeğinde plan şemaları işlenmiş, mevcut sokak ve duvar dokuları, eş-yükselti eğrileri paftada gösterilmiştir. Böylece yerleşmeyi oluşturan "lekeler" ortaya çıkartılmıştır.

Fraktal değeri belirlemek için yerleşme alanı, "kutu sayım yöntemi" kullanılarak ızgara sistemi ile bölünmüştür. Buna göre oluşturulan ilk ızgara 6/10 olarak belirlenmiştir. Bu işlem ikinci çevrimde 12/20, üçüncü çevrimde 24/40, dördüncü çevrimde ise 48/80 olarak sürdürülmüştür (Şekil 3).



Şekil 3. Kutu sayım yöntemi için genel yerleşmede dördüncü çevrim sonucunda oluşan doku

Çevrimler sonucunda elde edilen dolu ve boş kutular aşağıdaki tabloda gösterilmiştir (Tablo 2).

Tablo 2. Kayaköy yerleşmesinde sayılan kutular

Çevrim	Toplam kutu	Boş kutu	Dolu kutu
1. Çevrim	60	24	36
2. Çevrim	240	120	120
3. Çevrim	960	585	375
4. Çevrim	3840	2681	1159

Elde edilen değerler (1) no'lu formülde yerine konduğunda, fraktal değer 1.627 olarak bulunmuştur.

Sokağın fraktal değerinin hesaplanması

Mevcut Kayaköy yerleşmesinin fraktal değerinin hesaplandığı alandan seçilen bir sokağın da fraktal değeri hesaplanmıştır. Böylece yerleşme ve sokak ölçeğinde fraktal kurgudaki süreklilik incelenmiş olacaktır.

Seçilen sokak dokusunda, Kayaköy yerleşmesini oluşturan konut tiplerinin büyük çoğunluğu bulunmaktadır. Konut planlarının belirtildiği paftada, eş yükselti eğrileri, konut bahçe duvarları ve mimari yapıyı oluşturan tüm veriler işlenmiştir. Fraktal değer kutu sayım yöntemi ile hesaplanmıştır. Sokak dokusundaki mimari oluşumlar dikkate alınarak birinci çevrim için

4/5'lik bir ızgara sistemi kurulmuş ve bu sistem iki kat artırılarak sürdürülmüştür.

Yukarıdaki çalışmada elde edilen fraktal değer, genel yerleşmenin fraktal değeri ile oldukça yakın bir değerde ve "1.438" olarak bulunmuştur. Elde edilen bu değer göstermektedir ki yerleşme ölçeğinde var olan fraktal kurgu sokak ölçeğinde ele alınan söz konusu dokuda da süreklilik göstermektedir. Bu çalışmanın sonucunda, genel yerleşme ile sokaklar arasında bir bağ olduğunu söylemek mümkündür. Söz konusu bağ yerleşmenin analizinde dokunun bu iki ölçekte de süreklilik gösterdiğini kanıtlar niteliktedir.

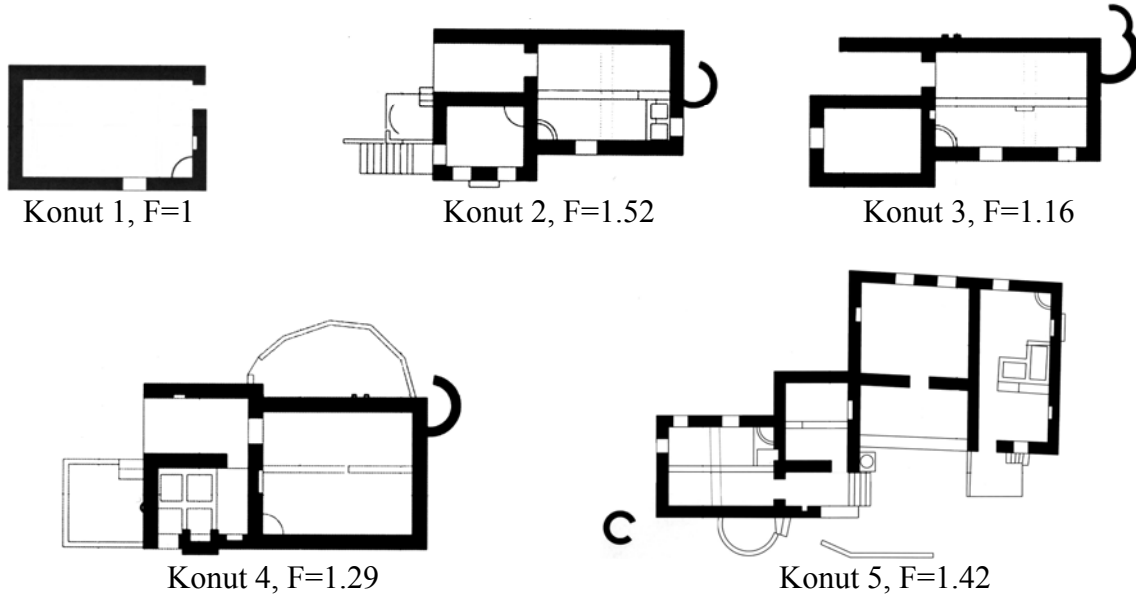
Konutların fraktal değerinin hesaplanması

Çalışmanın bu aşamasında, farklı kurgudaki konutları ele alarak tek tek fraktal değerlerini hesaplama yoluna gidilmiştir. Böylelikle, fraktal değer farklı konut tiplerinde nasıl bir değişim gösterdiğini izlemek amaçlanmıştır. Söz konusu konutlara ait bulunan fraktal değerler 1 ile 1.42 arasında değişiklik göstermiştir. Beş ayrı konutta yapılan fraktal değer araştırması, detay zenginliği olan konutlarda, daha yüksek değerlerde çıkmıştır (Tablo 3).

Üretken tasarım amaçlı algoritmalar

Bilgisayar ortamında mimari tasarımda yaratıcı düşüncüyü destekleyecek form arayışları üretken

Tablo 3. Mevcut dokudaki konutların fraktal değerleri



algoritmalarla gerçekleştirilebilmektedir. Bu çalışma kapsamında kitlesel form arayışları için geliştirilen algoritma, farklı fraktal boyutlara bağlı olarak farklı seçenekler sunmaktadır. Bu algoritmaya, mevcut bir mimari dokuya ait fraktal değerlerin uygulanmasıyla dokunun sürekliliğini yansıtabilecek fraktal kurgularda kitle seçenekleri oluşturulmaktadır. Burada geliştirilen algoritmalarından biri olan yerleşme düzeni oluşturmaya yönelik algoritma, yalnız üretilecek kitlelerin topoğrafya ile ilişkilendirilerek yerleşme konusunda leke oluşturmaya yönelik öneriler olarak ele alınmıştır.

Fraktal kurguya dayalı yerleşme düzeni oluşturma

Üretken mimari tasarım amaçlı algoritmaların oluşturulmasına, öncelikle elde edilen konut plan şemalarının mimari bir biçim grameri kitaplığında toplanması ile başlanmıştır. Her konuttaki oda ve diğer birimlerin ayrı ayrı tipolojik özelliklerinin bulunması biçim sözlüğünün oluşturulmasında yardımcı olmuştur (Saraç, 2001). Bu makalede sunulan çalışma kapsamında, konutlardaki mekansal özellikler (oda sayıları, hayat düzeni, iç mekan kurgusu, mekanların yanyana geliş kuralları), geometrik özellikler (oda boyut ve konumları, formları, pencere boşlukları, kapı boşlukları, vb.),

topografya ve manzara ile kurulan ilişkiler incelenmiştir.

Üretken fraktal yerleşmelerin oluşturulması için geliştirilen algoritmalar, “C++” bilgisayar programlama dili ile yazılmıştır. Geliştirilen algoritmalar, sözdizimsel ve biçimsel özellikler açısından, uygulama için seçilen alandan bağımsız ve alanın fraktal kurgusuna dayalı olmak üzere iki farklı yaklaşımla üretilmiştir.

Alandan bağımsız olarak tasarlanan algoritmanın temel özelliği Kayaköy bağlamının dışında geliştirilen yeni oluşumların tasarlanmasıdır. Bu bağlamda düşünülen doğal çevre tamamen eğimsiz bir topoğrafya özelliği gösterir. Bu çalışmada Kayaköy’deki sokakta bulunan konut tiplerinden biri seçilmiştir. Böylece fraktal değeri değiştirilerek öneri yerleşmeler oluşturma yoluna gidilmiştir. Alandan bağımsız olarak geliştirilen algoritma içinde, toplam beş temel üretken algoritma vardır. Bu algoritmaların her biri ayrı özellikte bir yerleşme kurgusu oluştururlar. Konutların sanal araziye yerleştirilmesinde Curdling yöntemi kullanılmıştır. Bu beş algoritmanın birbirinden farkı ise, olasılık oranlarının birbirinden farklı olmalarıdır. Köy (xxx) programlarının hepsi üç farklı aşamada “Curdling” yaparak yerleşmeleri oluştururlar:

1.Aşama: Bu aşamada yerleşim alanı 4/4'lük bir ızgara sistemine göre, toplam 16 kareden oluşan bir yapıya bölünür. Daha sonra bu karelerden bazıları raslantısal (random) olarak elenir.

2.Aşama: Birinci aşamada elenmeden kalan kareler bu aşamada kullanılır. Bu kareler tekrar 2/2 yani dörderlik ızgaralar oluşturacak şekilde daha küçük karelere bölünür ve bunlardan bazıları ilk aşamadaki yöntemle elenir.

3.Aşama: Son aşamada elenmemiş kareler, tekrar dörderlik ızgaralar oluşturarak bölünür ve bunlardan bazıları elenir. Sonuçta elenmemiş karelere (parsellere) seçilen Konut birimi yerleştirilir. Oluşan yerleşimin dağılımı ise "fraktal" değeri güçlü bir yapıda olur.

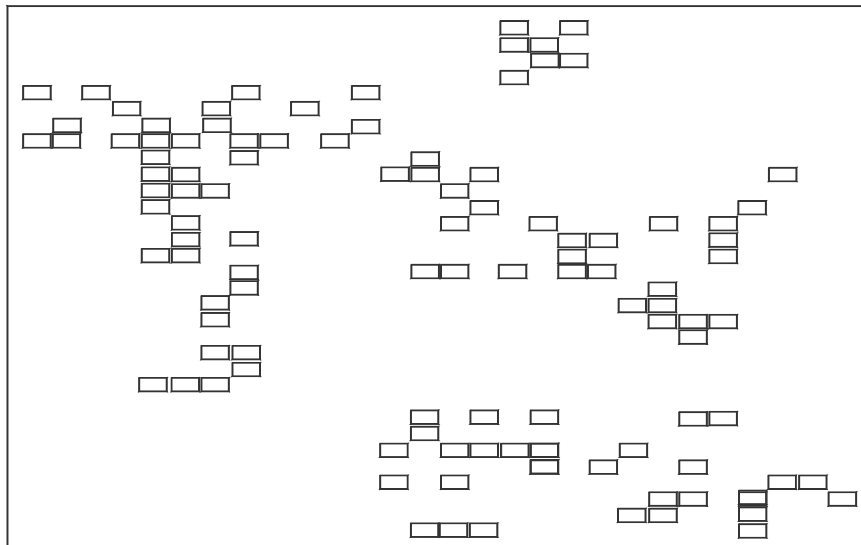
Geliştirilen programların adının sonundaki "xxx" sayıları o programın eleme oranlarını gösterir. Örneğin Köy 232 ilk aşamada yaklaşık her iki kutudan birini eler. İkinci aşamada üç kutudan ikisini eler ve son aşamada yine iki kutudan biri kalır. Bu oranları değiştirerek yerleşmelerdeki yoğunluk dağılımını düzenleyebilmek mümkündür. Bu bağlamda oluşturulan üretken algoritmaların birbirinden farkı, her üç aşamadaki değişik eleme oranlarıdır. Bu programların her çalıştırılmasında aynı fraktal özellikte (örneğin 232 gibi) fakat farklı bir yerleşme düzeni ile karşılaşılır. Algoritmaya, tasarımı destekleyici

birçok farklı değişken de eklenebilir (Manzara, yön, vb.).

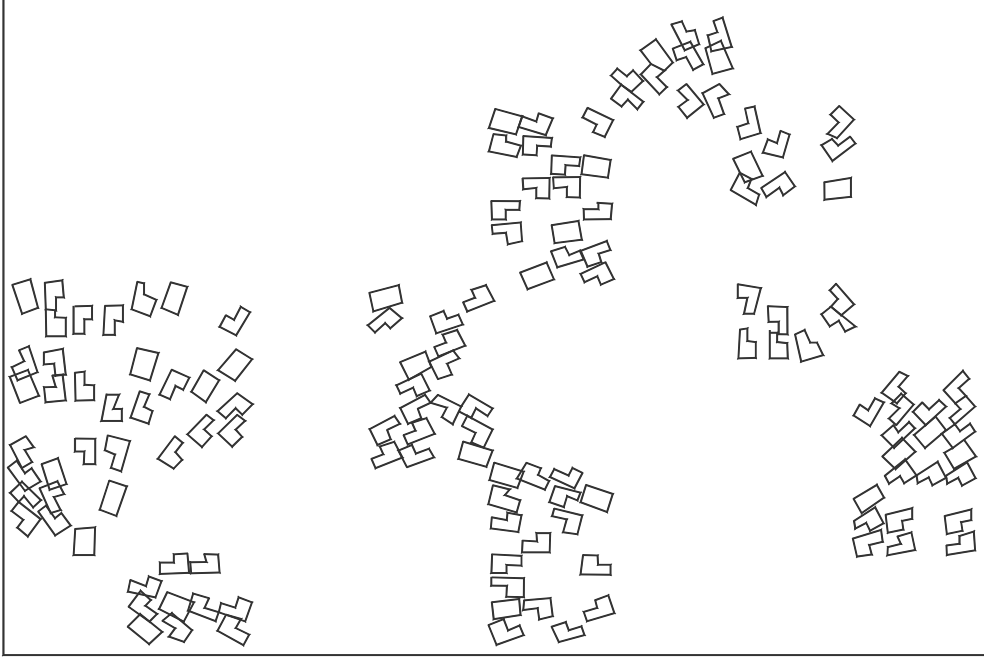
İstenilen bir yerleşme kurgusuna ulaşıldığında, fraktal dokular oluşturan programın çalıştırılması sonlandırılır. Köy 232 yukarıdaki çalışma sonucunda elde edilen sonsuz sayıdaki yerleşmeden sadece bir tanesini gösterir (Şekil 4).

Alana bağımlı olarak oluşturulan algoritmalar ise, Kayaköy'de bulunan mevcut sokağın fraktal değeri ve Kayaköy topoğrafyasını dikkate alarak oluşturulmuştur. Kayaköy yerleşmesinin dokusu birçok farklı kriterin varlığı ile ortaya çıkmıştır. Bu kriterlerden bir tanesi topoğrafya ya da diğer bir deyişle doğal fiziksel çevredir. Kayaköy yerleşmesi bilindiği gibi birbirinden farklı yükseklikteki tepelerin denize sırtını dönmesiyle oluşmuştur. Tepeler topoğrafyadaki eğimi oluşturmuş ve bu kriterle bağılı olarak da sokaklar ortaya çıkmıştır. Sokaklar eğime paralel bir şekilde tepelere ulaşımı en düşük eğimde sağlayacak şekilde gelişmiştir.

Geliştirilen üretken algoritmaya, Kayaköy'deki sokak dizilerinin oluşmasını sağlayan üç adet tepe yapay olarak kurgulanmıştır. Sonraki aşamada Kayaköy'de bulunan üç ayrı konut tipi bu çalışma için seçilmiştir. Seçilen konutlar, oluşturulan tepeleri baz alarak, Kayaköy'deki mevcut sokağın fraktal değerinde ve daha farklı değerlerde yeni sokaklar ve yeni yerleşim lekelere oluşturmuştur (Şekil 5).



Şekil 4. Alandan bağımsız, yapay "düz" bir topoğrafyada yerleşme lekeleri üretimi Köy (Curdle) 232



Şekil 5. Alana bağımlı, Curdle 232'ye göre yapay "eğimli" bir topografyada yerleşme lekeleri üretim örneği

Fraktal kurguya dayalı kitle tasarımı

Fraktal özellikler gösteren mimari kitleler oluşturma amacıyla C++ bilgisayar programlama dilini kullanarak çeşitli algoritmalar geliştirilmiştir. Fraktal kurgu Archimedes'in "orta noktanın yer değiştirmesi" yöntemi ile oluşturulmuştur. (Midpoint Displacement Yöntemi) Geliştirilen program, her fraktal değer için "Direct X" yazılımını kullanarak bir animasyon oluşturur. Animasyon kitlelerin kendi etraflarında dönmesiyle oluşur. Kitlelerin etkisini artırmak amacıyla ışık-gölge ve kontrast oluşturmak için çeşitli renkler belirlenmiştir. Böylece, animasyon ile meydana gelen fraktal kurguyu daha açık olarak izlemek mümkün olmuştur. Geliştirilen algoritmalar yerleşmelerin üretilmesi algoritmalarında olduğu gibi, alandan bağımsız ve alana bağımlı olarak iki farklı kurguya sahiptir.

Alandan bağımsız olarak tasarlanan algoritma fraktal değerinin değişimi ile farklı form seçenekleri üretir. Başlangıç formu olarak mekan oluşturmada en basit üç boyutlu geometrik form olan "küp" kullanılmıştır. Bu küplerden 125 adet salkım oluşturacak şekilde, fraktal değeri 1.1'dan 1.9'a kadar kitlesel formlar oluşturul-

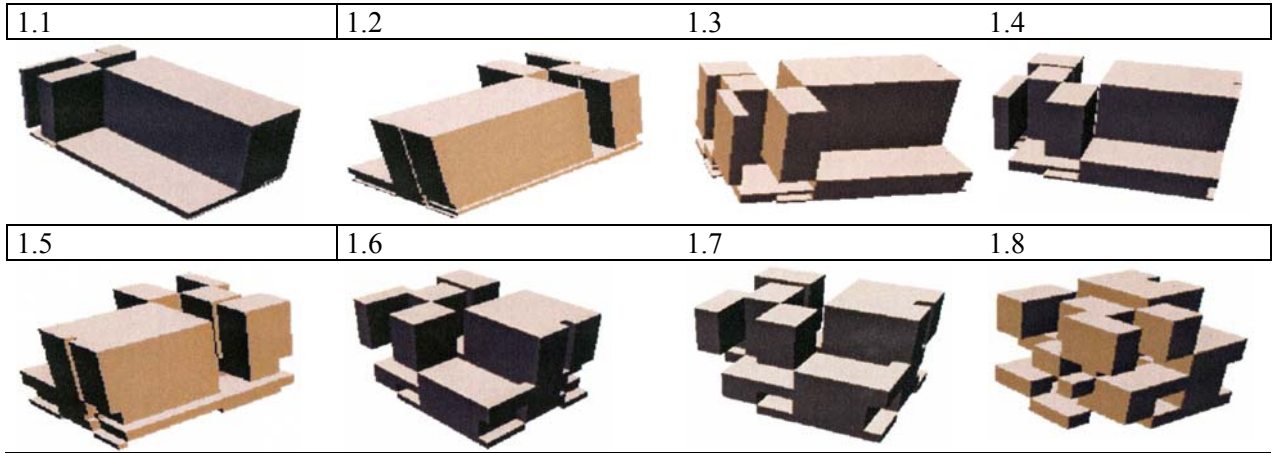
muştur. Tablo 4'de fraktal değer yükseldikçe, küplerin daha karmaşık bir form oluşturduğu, fraktal değer azaldıkça ise küp öbeğinin daha az parçalanarak Euclid geometrisiyle tanımlanabilecek formların oluştuğu görülmektedir.

Mevcut mimari dokuya ilişkin fraktal kurgunun uygulanması amacıyla fraktal değeri daha önce incelenen "Konut 2" ele alınmış ve fraktal değerinin değişimiyle farklı seçenekler üretilmiştir. "Konut 2"nin özgün mekansal kurgusu, fraktal değerinin 1.1 ile 1.9 arasındaki değişimiyle, ortaya çıkacak formlar bağlamında incelenmiştir. Fraktal değer 1.0 olduğunda, "Konut 2" özgün kitlesel etkisini korumuştur. Fraktal değer arttırıldıkça konuttaki kitlesel hareket artmıştır (Tablo 5).

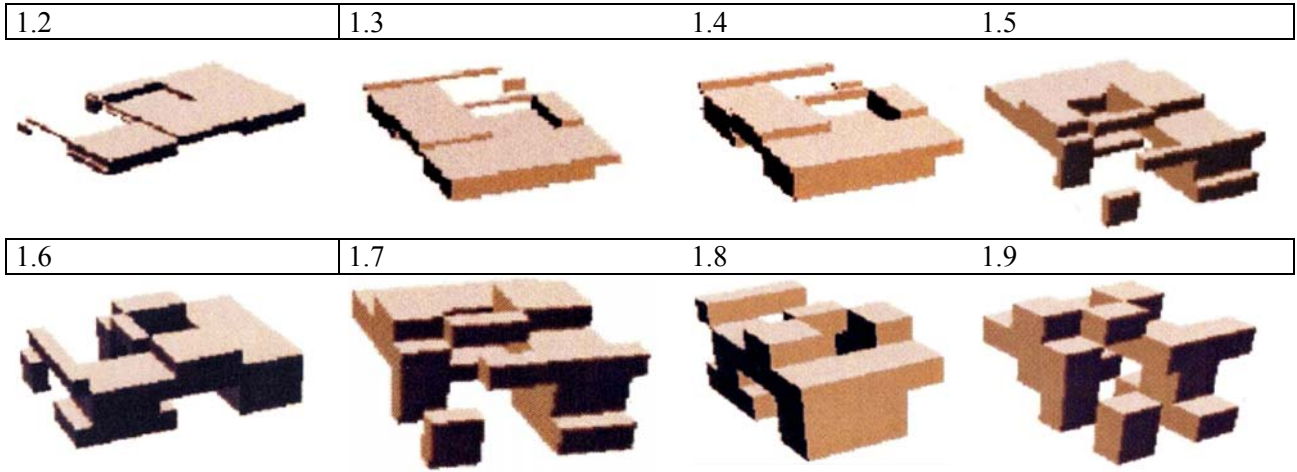
Formu oluşturan algoritmaya mekan, mekan grupları ve işlevsel bilgileri içeren verilerin girilebileceği bir algoritma eklendiğinde somut mimari örnekler üretilebilir.

Geliştirilen algoritma mevcut konut tipolojilerini ve mevcut dokudaki fraktal kurgunun sürekliliğini sağlayarak farklı fraktal değerlerde yeni konut ve konut gruplarının üretiminde form arayışına yöneliktir.

Tablo 4. Fraktal değere dayalı kitle tasarımı



Tablo 5. Konut 2'deki kitlesel değişim



Sonuçlar

Kaos teorisi ile ortaya çıkan fraktal geometri ve fraktal kurgular, günümüz mimarlık anlayışını farklı açılardan etkilemektedir. Bu kavramlar çalışma kapsamında da belirtildiği gibi birçok şekilde bilinçli veya bilinçdışı olarak mimarlık alanında kullanılagelmiştir.

Bu çalışmada, varolan bir mimari dokunun fraktal kurgusuna dayanarak ön tasarım aşamasında yeni formların üretilmesinde yaratıcılığı destekleyici yönde kullanılabilecek üretken bir tasarım yaklaşımı önerilmiştir. Bu yaklaşım, söz konusu mimari dile ait biçim sözlüğünde bulunan elemanların fraktal boyut özellikleri kullanılarak, dokunun sürekliliğini sağlayabilecek mimari biçimlerin üretilmesinde yol gösterici olabilecektir. Çalışmada önerilen yaklaşımın,

tasarım sürecine katkıları ve uygulanmasıyla elde edilen bulgular iki bölümde tartışılmıştır:

- Modelin sağlayacağı yararlar
- Modelin uygulanmasıyla elde edilen bulgular

Modelin sağlayacağı yararlar

Mimari ön tasarım aşamasında form arayışlarında yol gösterici olmak üzere üretken bir model olarak oluşturulan bu yaklaşım, biçim gramerlerinin mimari ürüne ait sözdizimsel ve biçimsel bilgiyi betimleme özelliğini taşımaktadır. Böylelikle, üretken bir algoritma ile oluşturulan bu yaklaşım, sözdizimsel ve biçimsel kurgular oluştururken, mimari tasarıma katkı sağlayabilen öneriler üretebilir bir yapı oluşturmaktadır. Bilgisayar destekli tasarım yaklaşımları günümüz mimarlığında yeni yaratıcı olanaklar

sunmaktadır. Geliştirilen üretken yaklaşımın mimari tasarımdaki rolü iki grupta ele alınabilir.

- Yeni tasarım önerileri geliştirme kapsamında,
- Analiz kapsamında.

Yeni tasarım önerileri geliştirme kapsamında:

- Biçim gramerinin bir alt kümesi olan fraktaller mimari tasarıma yardımcı bir araç olarak sözdizimsel bilginin temsili amacıyla kullanılabilirler.
- Varolan bir çevrede yeni mimari tasarımların üretilmesinde dokunun sürekliliğini sağlamak amacıyla fraktal özellikler tasarıma bir başlangıç noktası oluşturabilir.
- Yapay ya da doğal bir çevrenin analizi ile elde edilen fraktal değerden, o çevre ile ilişki kurmak amacıyla yararlanılabilir. Bu çevre doğal bir çevre olabildiği gibi, özgün bir yapısı olan yapay bir çevre de olabilir. Mevcut ağaç dokusu, topografik yapı ya da varolan mimari yeni bir oluşumun üretilmesinde fraktal özellikler kullanılabilir.
- Geliştirilen üretken algoritma, belirli bir mimari doku ile ilişkilendirilerek alana bağlı ya da alandan bağımsız olarak yeni doku ve mimari form üretme olanağı vermektedir.

Kutu sayım yöntemi ile elde edilen fraktal değerler analiz edildiğinde aşağıdaki sonuçlarla karşılaşılmıştır :

- Dokudaki farklı ölçekler arasındaki kurgusal sürekliliği fraktal değerini değişimiyle izlemek mümkündür.
- Dokudaki ya da dokular arasındaki uyumu ya da uyumsuzluğu incelemekte fraktal değerden yararlanılabilir.
- Doğal ve yapay çevre arasındaki bağın varlığı fraktal değer ile anlaşılabilir.
- Varolan bir yapay çevre ile farklı yapay çevreler arasındaki bağın varlığı fraktal değer ile incelenebilir.

- Farklı alanlardaki dokular araştırılarak, ortak bir yönün varlığı yine fraktal değer ile saptanabilir.

Modelin uygulanmasıyla elde edilen bulgular
Geliştirilen model Kayaköy bağlamında uygulanmış ve aşağıdaki bulgular elde edilmiştir:

Alan çalışması bağlamında seçilen Kayaköy yerleşmesi, fraktal değer açısından incelenmiş ve yerleşme ölçeğinden konut ölçeğine kadar fraktal sürekliliğin olup olmadığı araştırılmıştır. Bu amaca paralel olarak, kutu sayım yöntemi ile yapılan hesaplamalar sonucunda, Kayaköy yerleşmesinin fraktal değeri 1.627 olarak bulunmuştur. Elde edilen bu sonuç yerleşmenin fraktal kurguya uygunluğunu gösterir niteliktedir. Yerleşme ölçeğinde bakıldığında fraktal değer 1.627 iken, sokak ölçeğinde seçilen bir bölgede ise bu değer 1.438 olarak hesaplanmıştır. Bu değer de genel yerleşme ve sokak dokusu arasındaki sürekliliği desteklemektedir.

Çalışmanın sonraki aşamasında, ele alınan Kayaköy konutlarının fraktal değerinin hesaplandığı sokaktan beş farklı konut örneği seçilerek, herbirinin ayrı ayrı fraktal değerleri hesaplanmıştır. Bu aşamada, konutlar tekil olarak değil, onları çevreleyen duvarları ile ele alınmıştır. Konutların fraktal değerleri 1 ile 1,52 arasında değişmektedir.

Konutlar, kendi aralarında farklı fraktal değerlerde olabilirler; ancak, dokunun, genel yerleşmenin ve sokağın fraktal değerinin yakınlığı yerleşmedeki armoniyi (uyumu) destekler niteliktedir. Genel yerleşme ve konutların fraktal değerleri arasındaki fark, konutlara yaklaşıldıkça ayrıntı zenginliğinin olmadığını gösterir. Ancak, bir konut çevre duvarları ile ele alındığında, fraktal değerinin arttığı izlenmektedir.

Gerçekte her aşamada yapılan fraktal değer hesabından elde edilen sonuçlar, yalnız, sokak ve konut dokusuna ilişkin sonuçlar değildir; aynı zamanda bu dokuyu biçimlendiren sosyo-kültürel yapıya ve doğal çevreye, özellikle topoğrafyaya ait verileri içermektedir. Daha

önceki bölümlerde incelenen Chomsky'nin dil kuramına göre, doğal, yapay ve kültürel çevreyi oluşturan verilerin, tıpkı bir dil gibi göstergeler dizgesi oluşturduğu yaklaşımı ile de bağıntı kurulduğunda, fraktal değerlerin sürekliliği daha anlamlı bir hale gelir. Böylece, konut lekelerinin ve yerleşmenin kurgusunun sosyo-kültürel, ekonomik ve topoğrafik yapı ile doğrudan ilişkili olduğu izlenir.

Çalışma kapsamında öncelikle düz bir topoğrafyada alandan bağımsız bir yerleşme oluşturulmuş, daha sonra yapay tepelerin (yükselti-lerin) olduğu ve Kayaköy topoğrafyasının benzeri olan, bu kez bir alana bağımlı bir doku oluşturulmuştur. Geliştirilen üretken algoritma ile Kayaköy'deki mimari dile ve topoğrafyasına benzer bir yapıdaki bir yerleşme, elde edilen fraktal değerlerin uygulanmasıyla oluşturulmuştur. Çalışmada görülen konut şemaları Kayaköy'de mevcut olan konut tiplerinden, "Konut 1", "Konut 2" ve "Konut 4"ü temsil etmektedir.

Bu uygulamalar sonucunda, Kayaköy yerleşmesinin topoğrafyaya bağlı fraktal oluşumunun eğimli sanal yüzeyde de tekrar ettiği görülmüştür. Bu çalışma ile oluşturulan üretken algoritma sayesinde, sonsuz sayıda doku geliştirilme ve geliştirilen sonsuz sayıdaki dokulardan seçilen herhangi bir doku ile mevcut doku arasında benzerlik kurulabileceği ortaya çıkmıştır.

Daha sonraki aşamada, yerleşme bağlamında yapılan bu çalışma konut ölçeğinde de tekrarlanmıştır. Bu aşamada, fraktal değerlerin değişimi ile "Konut 2"deki kitlesel dönüşüm izlenmiştir. Böylelikle fraktal değerlerin konut ölçeğinde mekansal kurguya katkısı araştırılmıştır. Daha sonra "Konut 2"nin mevcut mekansal kurgusu ele alınmış ve bu kurgu fraktal kitlelerin oluşturulmasıyla her defasında değiştirilmiştir. Böylelikle ortaya çıkan yeni konut formu alternatiflerinin orijinal "Konut 2" ile çeşitli benzerlikler gösterdiği izlenmiştir.

Mimari tasarım süreci birbirinden farklı bir çok boyuttan oluşmaktadır. Mevcut mimari dokular-

dan faydalanarak yeni oluşumlar tasarlamak bu boyutlardan sadece biridir. Bu bağlamda, çalışma kapsamında mevcut bir dokunun fraktal geometri yardımıyla analiz edilmesi mimariye yönelik yeni adımların bulunmasını sağlayabilir. Ancak, üretilen formların bağlamla bütünleştirilerek işlevsel özelliklerinin atanması ve performans gerekliliklerine göre değerlendirilerek mimari tasarım ürünü olarak geliştirilmesi gerekir.

Kaynaklar

- Abel, C., (1988). Analogical models in architecture and urban design, METU, *JFA*, **8**, 2, 161-188.
- Bovill, C., (1996). *Fractal geometry in architecture and design*, Birkhauser, Boston.
- Bumin, T., (1996). *Tartışılan modernlik: Descartes ve Spinoza*, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul.
- Cevizci, A., (1996). *Felsefe Sözlüğü*, 181, Ekin Yayınları, Ankara.
- Chomsky., N., (1965). *Aspects of the theory of syntax*, MIT press, Cambridge.
- Çağdaş, G., (1994). Fraktal geometri ve bilgisayar destekli mimari tasarımdaki rolü, *CAD+ Bilgisayar Destekli Tasarım ve Ötesi*, **23**, 28-31.
- Gelb, Michael J., (2000). *How to think like Leonardo da Vinci*, Dell Publishing, New York.
- Mandelbrot, B. B., (1982). *The fractal geometry of nature*, W.H. Freeman And Company, New York.
- Özsarıyıldız, S., (1991). Conceptual design by means of Islamic-Geometric - Patterns within a CAAD-Environment, *PhD Thesis*, TU, DELFT.
- Saraç, H., (2001). Kayaköyü konutlarının koruma ve restorasyon sorunları, *Yüksek Lisans Tezi*, ODTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Schmitt, G., (1988). *Microcomputer aided design for architects and designers*, A. Interscience publication. USA.
- Schmitt, G., Chen, C.C., (1991). Classes of design - classes of methods - Classes of Tools, *Design Studies*, **12**, 4, 246 - 251.
- Steadman, P., (1983). *Architectural morphology*, Pion Ltd., London.
-
- Jencks, C., (2002). The Architecture of Jumping Universe, discussion with Cathcart, M., Architecture profile: Charles Jencks, Arts Today. <http://www.abc.net.au/arts/today/stories/s248345.htm>