

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**KENTSEL MEKAN ZENGİNLİĞİNİN KAOS TEORİSİ  
VE FRAKTAL GEOMETRİ KULLANILARAK  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Şehir Plancısı-Mimar H.Serdar KAYA**

**Anabilim Dalı : ŞEHİR VE BÖLGE PLANLAMA**

**Programı : ŞEHİRSEL TASARIM**

**MAYIS 2003**

**KENTSEL MEKAN ZENGİNLİĞİNİN KAOS TEORİSİ  
VE FRAKTAL GEOMETRİ KULLANILARAK  
DEĞERLENDİRİLMESİ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
Şehir Plancısı-Mimar H.Serdar KAYA  
502001640**

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 5 Mayıs 2003  
Tezin Savunulduğu Tarih : 30 Mayıs 2003**

**Tez Danışmanı : Prof.Dr. Fulin BÖLEN  
Diğer Jüri Üyeleri: Prof.Dr. Cengiz Giritlioğlu (İ.T.Ü)  
Prof.Dr. A.Sema KUBAT (İ.T.Ü)**

**MAYIS 2003**

## ÖNSÖZ

Lisans ve yüksek lisans eğitimi süresince yeni ve farklı konuları araştırma konusunda bana her zaman yol gösteren ve tez aşamasında da araştırmaya başlama konusunda beni cesaretlendiren sayın danışman hocam Prof. Dr. Fulin BÖLEN'e, yöntemi bilgisayar ortamında uygulayarak daha sağlıklı sonuçlara ulaşma konusunda beni bilgilendiren Dr. Ben Szapiro'ya teşekkürlerimi sunarım.

Lisans ve yüksek lisans eğitim sürecinde her konuda görüşlerine başvurduğum ve İ.T.Ü Çevre ve Şehircilik Uyg-Ar Merkezine çalışmam konusunda yardımlarını esirgemeyen sayın hocam Prof. Dr. Nuran ZEREN GÜLERSOY'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Araştırma süresince gerek motivasyonları, gerekse yeni fikirleriyle tez hazırlama sürecinde beni hiç yalnız bırakmayan ve yardımlarını esirgemeyen Araş. Gör. Şehir plancısı Kerem Y. ARSLANLI ve Y. Mimar Buket ÖNEM'e teşekkür ederim.

Mesleki konularda yaptığımız tartışmalarla problemlere yönelik farklı yaklaşımları ile çalışmaya yeni boyutların eklenmesine ve çalışmanın daha zevkli hale gelmesine katkıda bulunan Şehir Plancısı Hasan MUTLU ve Şehir Plancısı-Mimar Mahir ÇETİNER'e teşekkür ederim.

Yoğun çalışma süresince kendilerine daha az zaman ayırdığım aileme, anlayışları, her zaman beni destekledikleri ve yanımda oldukları için sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2003

H. Serdar KAYA

## İÇİNDEKİLER

<b>TABLO LİSTESİ</b>	<b>v</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b>	<b>vi</b>
<b>SEMBOL LİSTESİ</b>	<b>x</b>
<b>ÖZET</b>	<b>xi</b>
<b>SUMMARY</b>	<b>xiv</b>
<b>1. GİRİŞ</b>	<b>1</b>
1.1 Problemin Niteliği, Kapsamı ve Tezin Amacı	1
1.2 Araştırma yöntemi, bu yöntemin seçilme nedeni	5
<b>2. KENTSEL ALANLARIN YAPISINI İNCELEYEN KURAMLAR VE KENTSEL MEKANIN YAŞAM ZENGİNLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ</b>	<b>8</b>
2.1 Kentsel Alanların Yapısını İnceleyen Kuramlar	8
2.1.1 Genel Sistem Yaklaşımı	8
2.1.2 Karmaşık Sistem Yaklaşımı	15
2.2 Yerleşmelerde Mekan Zenginliğinin Zaman İçindeki Dönüşümü	21
2.2.1 Sanayi Devrimi Öncesi Mekansal Yapı	23
2.2.2 Sanayi Devrimi ve Sonrası Mekansal Yapı	25
2.3 Yaşantı zenginliğini arttıran mekansal özellikler	30
2.3.1 Mekanı oluşturan fiziksel yapı	30
2.3.2 Mekanın barındırdığı aktiviteler	36
2.3.3 Kullanıcıların Oluşturduğu Anlamlar	37
2.4 Bölüm Sonucu ve Değerlendirme	38
<b>3. YERLEŞİM YAPISI-KAOS TEORİSİ-FRAKTAL GEOMETRİ İLİŞKİSİ</b>	<b>39</b>
3.1 Kaos Teorisinin Tanımlanması ve Fraktal Geometri Yöntemi	39
3.1.1 Kaos Teorisi ve Fraktal Geometrinin Kullanıldığı Bilim Dalları ve Uygulama Alanları	41
3.1.2 Fraktal Boyut Kavramı	43
3.1.3 Fraktal Hiyerarşi Kavramı	47
3.1.4 Fraktal Dönüşüm Kavramı	47
3.1.5 Fraktal Strüktür Örnekleri	49

3.2	Fraktal Boyut Hesaplama Yöntemleri	51
3.2.1	Hausdorff Boyutu Yöntemi	52
3.2.2	Kendine Benzerlik Yöntemi	53
3.2.3	Kutu sayma yöntemi	58
3.3	Konu İle ilgili Mevcut Çalışmaların Değerlendirilmesi	61
3.3.1	Kent Bütünü Ölçeğinde	61
3.3.2	Kentsel tasarım ölçeğinde	64
3.3.3	Bina ve bina elemanı ölçeğinde	64
3.4	Bölüm Sonucu ve değerlendirme	67
<b>4.</b>	<b>ŞEHİRSEL TASARIMDA KAOS TEORİSİ VE FRAKTAL GEOMETRİNİN MEKANSAL ANALİZ, DEĞERLENDİRME VE TASARIMDA KULLANIMI</b>	<b>68</b>
4.1	Yerleşimlerin Fraktal Yapısını Belirleyen Özellikler	68
4.1.1	Mekansal Boyut	70
4.1.2	Yerleşimlerin Hiyerarşik Yapısı	77
4.1.3	Yerleşimin Zaman İçinde Dönüşümü	79
4.2	Alan Araştırmasında fraktal yapının belirlenmesinde kullanılan yöntem	80
4.3	Bölüm Sonucu ve Değerlendirme	86
<b>5.</b>	<b>ALAN ÇALIŞMASI</b>	<b>87</b>
5.1	Türkiye'deki bazı geleneksel kent dokularının fraktal boyutlarının hesaplanması	87
5.2	Örneklem Alanı Üzerinde Çalışmalar	96
5.2.1	Belirlenen Örneklem Alanları ve Seçilme Nedenleri	96
5.2.2	Yöntemin Örneklem Alanları Üzerinde Uygulanması	97
5.2.2.1	Örneklem Alanı 1: Cerrahpaşa Bölgesi.	97
5.2.2.2	Örneklem Alanı 2: Marmara Evleri	113
5.3	Alan Araştırması Sonuçları	119
<b>6.</b>	<b>GENEL SONUÇLAR / DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER</b>	<b>124</b>
	<b>KAYNAKLAR</b>	<b>129</b>
	<b>EKLER</b>	<b>136</b>
	EK A. Konu İle İlgili Terimler	136
	EK. B Tablolar	140
	<b>ÖZGEÇMİŞ</b>	<b>142</b>

## TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
<b>Tablo 2.1.</b> Sanayi devrimi ve Sonrası Nüfus Değişim Örnekleri .....	23
<b>Tablo 3.1.</b> Doğru Parçası, Kare ve Küp'ün Boyutu .....	45
<b>Tablo 3.2.</b> Fraktal Boyutlu Gerçek Nesnelere .....	51
<b>Tablo 3.3.</b> Kendine Benzer Objelerin fraktal Boyutu .....	55
<b>Tablo 5.1.</b> Geleneksel Yerleşimler ve Örneklem Alanlarının Yol Dokusu Fraktal Değerleri.....	96
<b>Tablo 5.2.</b> Marmara evleri ve Cerrahpaşa bölgesi alan ve nüfus değerleri.....	97
<b>Tablo 5.3.</b> Cerrahpaşa bölgesi ada bazında fraktal değerler.....	103
<b>Tablo 5.4.</b> Marmara Evleri Yapıadası Ölçeğinde Fraktal Değerler.....	116
<b>Tablo 5.5.</b> Örneklem Alanları Fraktal Değerlerinin Karşılaştırılması; Cerrahpaşa..	119
<b>Tablo 5.6.</b> Örneklem Alanları Fraktal Değerlerinin Karşılaştırılması; Marmara Evleri .....	120
<b>Tablo B.1.</b> Önemli Tarihi Binaların Komplekslik ve Sıcaklık Değerleri.....	140
<b>Tablo B.2.</b> Cerrahpaşa Bölgesi Ada Ölçeğinde Fraktal Değerler.....	141

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa No

Şekil 1.1.Marmara Evleri toplukonut alanında açık alan düzenlemesi.....	3
Şekil 2.1.Organize yapıların karmaşıklık dereceleri.....	9
Şekil 2.2.Altın Oranın Mimari Değerlendirmede Kullanımı.....	15
Şekil 2.3.Bilgisayarla mekan ve hareketin modellenmesi.....	20
Şekil 2.4.Pruitt-Igoe Konutlarının yıkılışı.....	29
Şekil 2.5.Fraktal Yapı-Mekan İlişkisi.....	34
Şekil 2.6.Plan Düzleminde Fraktal Yapı-Mimari Eleman İlişkisi.....	35
Şekil 2.7.Cephe Hareketliliğinin Fraktal Özelliği.....	35
Şekil 3.1.Boyutsuz Nokta.....	43
Şekil 3.2.Tek Boyutlu Çizgi.....	44
Şekil 3.3.İki Boyutlu Düzlem.....	44
Şekil 3.4.Üç Boyutlu Hacim.....	44
Şekil 3.5.Doğru Parçası, Kare ve Küp'ün Kendine Benzerlik Özelliği.....	44
Şekil 3.6.Fraktal Boyutlu Nesnelere.....	46
Şekil 3.7.Sanal ortamda oluşturulan fraktal yapı örneği.....	46
Şekil 3.8.Tekrar Yoluyla Fraktal Boyut Üretimi.....	49
Şekil 3.9.1.5 ve 1.79 Boyutlu Koch Eğrileri.....	50
Şekil 3.10.Sierpinski Halısı ve Contası, Cantor Kümesi.....	55
Şekil 3.11.3/2 Eğrisinin İki İterasyon Aşaması.....	57
Şekil 3.12.3/2 Eğrisinin Logaritmik Grafiği.....	57
Şekil 3.13.İterasyon Yoluyla Karmaşık Yapı Üretimi.....	58
Şekil 3.14.Karmaşık Fraktal Örneği.....	58
Şekil 3.15.Karmaşık Fraktalin Kutu Sayma Yöntemi ile Hesaplanan Boyutu.....	59
Şekil 3.16.Kendisiyle Çakışan Eğriler.....	60
Şekil 3.17.İngiltere'nin Kıyı Çizgisinin Fraktal Boyutu.....	61
Şekil 3.18.Londra'nın Fraktal Gelişimi.....	62
Şekil 3.19.Japonya örneğinde Garip Çekiciler.....	62
Şekil 3.20.Kitakyushu kent bütünü fraktal değeri.....	63
Şekil 3.21.Kitakyushu kent merkezi fraktal değeri.....	63
Şekil 3.22.Chingu Machi Bölgesi fraktal değeri.....	63
Şekil 3.23.Fraktal Boyutlu Mimari Tasarım Örneği.....	64

<b>Şekil 3.24.</b> Polonya'da geleneksel konut cephelerinin değişimi.....	65
<b>Şekil 3.25.</b> Konut cepheleri üzerinde fraktal boyut analizi.....	65
<b>Şekil 3.26.</b> Tarihi Binaların Komplekslik ve Yaşam Zenginliği Değerleri.....	67
<b>Şekil 4.1.</b> Modüller Arası Bağlar.....	71
<b>Şekil 4.2.</b> Bitişik fakat Bağ Kuramayan Modüller.....	72
<b>Şekil 4.3.</b> Modül Sınırının Bağ Kurma Özelliği.....	73
<b>Şekil 4.4.</b> Kent Mekanında Hiyerarşik Yapı Örneği, Meksika.....	79
<b>Şekil 4.5.</b> Tarihsel Süreçte Silüetteki Farklılaşma.....	80
<b>Şekil 4.6.</b> Siyahbeyaz hale getirilen görüntü.....	81
<b>Şekil 4.7.</b> 10 piksellik gridle çakıştırma.....	81
<b>Şekil 4.8.</b> 10 pikselde çakışan kutuların sayılması.....	81
<b>Şekil 4.9.</b> 17 pikselde çakışan kutuların sayılması.....	81
<b>Şekil 4.10.</b> 28 pikselde çakışan kutuların sayılması.....	81
<b>Şekil 4.11.</b> Kutu sayma boyutunun belirlenmesi.....	81
<b>Şekil 4.12.</b> Koch eğrisinin farklı boyutlarda gridlerle çakıştırılması.....	82
<b>Şekil 4.13.</b> Koch eğrisi için logaritmik grafik ve değerler tablosu.....	82
<b>Şekil 4.14.</b> Fraktal boyutu hesaplanan siyahbeyaz göz resmi.....	83
<b>Şekil 4.15.</b> Göz resminin 20 piksellik kutulardan oluşan gridle çakıştırılması.....	83
<b>Şekil 4.16.</b> Tamamen siyah olan kutuların sayılması.....	83
<b>Şekil 4.17.</b> Tamamen beyaz olan kutuların sayılması.....	83
<b>Şekil 4.18.</b> Siyahbeyaz olan kutuların sayılması.....	84
<b>Şekil 4.19.</b> Fraktal boyutun belirlenmesi.....	84
<b>Şekil 4.20.</b> Tipik $\log[N(s)]-\log(1/s)$ grafiğinde farklı kutu boyutu seçimleri-fraktal boyut ilişkisi.....	85
<b>Şekil 5.1.</b> Yol dokusunun çizilmesi.....	88
<b>Şekil 5.2.</b> Fraktal boyut hesabı için gerekli verilerin girilmesi.....	89
<b>Şekil 5.3.</b> Fraktal değerler grafiğiyle regresyon eğrisinin çizilmesi.....	89
<b>Şekil 5.4.</b> Farklı kutu boyutlarıyla hesaplanan Fraktal değerlerden oluşan serpme diyagramı.....	90
<b>Şekil 5.5.</b> Hesaplanan fraktal değerlerle oluşturulan histogram.....	90
<b>Şekil 5.6.</b> Çorum Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı.....	91
<b>Şekil 5.7.</b> Erzurum Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı.....	92
<b>Şekil 5.8.</b> Giresun Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı.....	92
<b>Şekil 5.9.</b> İzmit Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı.....	93
<b>Şekil 5.10.</b> Kahraman Maraş Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı.....	93
<b>Şekil 5.11.</b> Mardin Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı.....	94
<b>Şekil 5.12.</b> Siirt Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı.....	94

<b>Şekil 5.13.</b> Sivas Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı.....	95
<b>Şekil 5.14.</b> Trabzon Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı.....	95
<b>Şekil 5.15.</b> Cerrahpaşa örneklem alanının kent içindeki konumu.....	97
<b>Şekil 5.16.</b> Tarihi Yarımada'nın Tarihsel Gelişim Süreci.....	98
<b>Şekil 5.17.</b> Tarihi Yarımada Kütle Organizasyonu.....	98
<b>Şekil 5.18.</b> Tarihi Yarımada Sınır Çizgisinin Fraktal Boyutu.....	99
<b>Şekil 5.19.</b> Tarihi Yarımada Silüet Çizgisinin Fraktal Boyutu: Silüet no 1.....	100
<b>Şekil 5.20.</b> Tarihi Yarımada Silüet Çizgisinin Fraktal Boyutu: Silüet no 2.....	100
<b>Şekil 5.21.</b> Tarihi Yarımada Silüet Çizgisinin Fraktal Boyutu: Silüet no 3.....	100
<b>Şekil 5.22.</b> Tarihi Yarımada Silüet Çizgisinin Fraktal Boyutu: Silüet no 4.....	101
<b>Şekil 5.23.</b> Tarihi Yarımada Silüet Çizgisinin Fraktal Boyutu: Silüet no 5.....	101
<b>Şekil 5.24.</b> Cerrahpaşa Bölgesi Kütle Organizasyonuna göre Fraktal Boyut.....	102
<b>Şekil 5.25.</b> Cerrahpaşa Bölgesi Ulaşım Sisteminin Fraktal Boyutu.....	102
<b>Şekil 5.26.</b> Cerrahpaşa Bölgesi Ada Ölçeğinde Fraktal Boyut Anahtar Paftası.....	103
<b>Şekil 5.27.</b> Sokak Ölçeğinde Fraktal Değerler: Örnek 1.....	104
<b>Şekil 5.28.</b> Sokak Ölçeğinde Fraktal Değerler: Örnek 2.....	105
<b>Şekil 5.29.</b> Sokak Ölçeğinde Fraktal Değerler: Örnek 3.....	105
<b>Şekil 5.30.</b> Bina Sınır Çizgisi Fraktal Değerleri: Örnek 1.....	106
<b>Şekil 5.31.</b> Bina Sınır Çizgisi Fraktal Değerleri: Örnek 2.....	106
<b>Şekil 5.32.</b> Bina Sınır Çizgisi Fraktal Değerleri: Örnek 3.....	107
<b>Şekil 5.33.</b> Bina ve bina elemanı ölçeğinde fraktal değerler: Örnek 1.....	108
<b>Şekil 5.34.</b> Bina ve bina elemanı ölçeğinde fraktal değerler: Örnek 2.....	109
<b>Şekil 5.35.</b> Bina ve bina elemanı ölçeğinde fraktal değerler: Örnek 3.....	110
<b>Şekil 5.36.</b> Bina ve bina elemanı ölçeğinde fraktal değerler: Örnek 4.....	111
<b>Şekil 5.37.</b> Bina ve bina elemanı ölçeğinde fraktal değerler: Örnek 5.....	112
<b>Şekil 5.38.</b> Marmara evleri örneklem alanının İstanbul içindeki konumu.....	113
<b>Şekil 5.39.</b> Marmara Evleri Ulaşım sistemi fraktal boyutu.....	114
<b>Şekil 5.40.</b> Marmara Evleri Kütle Organizasyonunun Fraktal Boyutu.....	115
<b>Şekil 5.41.</b> Marmara Evleri Yapı Adası Ölçeğinde Fraktal Boyut Anahtar Paftası.....	115
<b>Şekil 5.42.</b> İhlas Marmara Evleri Sokak Ölçeğinde Fraktal Boyut.....	116
<b>Şekil 5.43.</b> Marmara Evleri Bina Ölçeğinde Fraktal Boyut: Örnek 1.....	117
<b>Şekil 5.44.</b> Marmara Evleri Bina Ölçeğinde Fraktal Boyut: Örnek 2.....	117
<b>Şekil 5.45.</b> Bina Sınır Çizgisi Fraktal Değerleri: Örnek 1.....	118
<b>Şekil 5.46.</b> Bina Sınır Çizgisi Fraktal Değerleri: Örnek 2.....	118
<b>Şekil 5.47.</b> Yaya kullanımının yoğunlaştığı yollar.....	121

<b>Şekil 5.48.</b> Kullanımın yoğunlaştığı mekanlar: Cerrahpaşa.....	121
<b>Şekil 5.49.</b> Kullanımın yoğunlaştığı mekanlar: Cerrahpaşa.....	122
<b>Şekil 5.50.</b> Topluluk alanlarında açık alan düzenlemeleri.....	122
<b>Şekil 5.51.</b> Otoparkla iç içe olan ve kullanılmayan oyun alanları.....	122
<b>Şekil 5.52.</b> Apartman girişindeki saçak ve bitkilerle sınırlanarak insan ölçeğine gelen mekan.....	123

## SEMBOL LİSTESİ

- a** : Çoğaltma ile elde edilen parça sayısı  
**d** : uzunluk ve prezisyonun logaritmik grafiğinin eğimi  
**C** : Algılanan Komplekslik Değeri  
**D** : Boyut  
**D<sub>b</sub>** : Kutu sayma boyutu  
**D<sub>c</sub>** : Pergel boyutu( compass, divider, ruler dimension)  
**D<sub>s</sub>** : Kendine benzerlik boyutu  
**H** : Mimari Harmoni  
**H<sub>1</sub>** : Bütün ölçeklerdeki düşey yansıma simetrisi  
**H<sub>2</sub>** : Tüm ölçeklerde öteleme ve döndürme simetrisi  
**H<sub>3</sub>** : Benzer şekillere sahip formların yoğunluğu  
**H<sub>4</sub>** : Birbiriyle bağlantılı formların yoğunluğu  
**H<sub>5</sub>** : Renklerin uyum derecesi  
**L** : Mimari yaşam zenginliği  
**N** : Kutu Sayısı  
**S** : Entropi  
**s** : Küçültme Faktörü  
**u** : Uzunluk  
**T<sub>1</sub>** : Algılanan detayın küçüklük ve yoğunluğu  
**T<sub>2</sub>** : Farklılaşma Yoğunluğu  
**T<sub>3</sub>** : Sınırların Eğriselliği  
**T<sub>4</sub>** : Renk Çeşitliliği Yoğunluğu  
**T<sub>5</sub>** : Renk Çeşitliliğinde Kontrast

## KENTSEL MEKAN ZENGİNLİĞİNİN KAOS TEORİSİ VE FRAKTAL GEOMETRİ KULLANILARAK DEĞERLENDİRİLMESİ

### ÖZET

Kentlerin gelişimi planlı gelişme ve zaman içinde kendiliğinden gelişme olmak üzere iki farklı süreç izleyebilmektedir. Bu süreçlerin sonuçlarından biri de kentsel mekanın fiziksel yapısında farklılaşmadır. Mekan ve mekanı oluşturan fiziksel öğeler; kullanıcıyı yönlendirme, aktiviteleri destekleme veya farklı alternatifler sunarak kentsel yaşamı etkilemektedirler.

Planlı ve kendiliğinden gelişim süreçleri, tasarıma yaklaşım açısından da farklılaşmaktadır: Planlanan kentlerde üst ölçekten başlayarak alt ölçeğe doğru ilerleyen bir organizasyon görülürken, zaman içinde gelişen yerleşmelerde alt ölçekten başlayarak bütünü oluşturma şeklinde bir gelişim söz konusudur. Tümdengelim yöntemi sırasında kent strüktürünün oluşumunda temel unsurlardan biri olan hiyerarşik sistemde bazı seviyelerin atlandığı ve ölçekler arası bağların zayıfladığı ileri sürülmektedir. Hiyerarşik sistemdeki kopukluklar kullanıcının kentle etkileşiminde ve kentsel aktivitelerde problemlere yol açmaktadır.

Araştırmada kentsel yaşam zenginliğine katkıda bulunan fiziksel mekan öğelerinin olumlu ve olumsuz özelliklerinin araştırılarak mekan zenginliğini artıran fiziksel niteliklerin belirlenmesiyle kentsel yaşama katkıda bulunmak amaçlanmaktadır. Bu amaç doğrultusunda planlı ve kendiliğinden gelişen kentlerin mekansal açıdan farklılıklarının belirlenip bu farklılıkların mekan zenginliği ile ilişkisi irdelenerek kentin fiziksel mekan zenginliğine katkıda bulunmak hedeflenmiştir. Fiziksel yapıyla ilgili çalışmalar incelendiğinde mekanın fiziksel yapısındaki problemin, kompleks bir problemler sisteminin parçası olduğu görülmüştür.

Kentlerin kompleks ve yüksek derecede organize olan yapısının anlaşılmasına yönelik çalışmalar incelendiğinde, güncel çalışmaları kapsayan kaos teorisi ve fraktal geometri; kentlerin kompleks yapısının anlaşılması ve matematiksel yöntemlerle nesnel sonuçlar alınması açısından uygun bir taban oluşturmaktadır. Bina ve kentsel strüktürün insan üzerindeki etkilerini inceleyen diğer yaklaşımlardan bazıları; "Q-analysis" (Atkin, 1974), "Shape Grammars" (Stiny ve Gips, 1978), "Information aesthetics"(Krampen, 1979) ve "Space Syntax" (Hillier ve Hanson, 1984)'dir.

Kaos teorisi kompleks, açık sistemlerin açıklanmasına yardımcı olurken, fraktal geometri yöntemi hem biçimsel farklılıklardan bağımsız olarak karmaşıklık derecesini ölçmekte hem de mekan öğeleri arasındaki etkileşimler ve oluşum sürecinin değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.

Kentlerin mekansal yapısı ile fraktal geometri yöntemi üç açıdan paralellik göstermektedir:

#### **Fraktal Boyut/ Mekansal Boyut Kavramları:**

Fraktal kelimesi kırıklı, buçuklu anlamına gelen frangere fiilinden türetilmiştir ve fraktal boyut, gerçek yaşamdaki nesnelerin, Öklid geometrisiyle bilinen 1, 2 ,3 gibi tamsayı boyutlar yerine 1.25 , 1.5 gibi ara değerlere sahip olduğunu, ayrıca algılanan uzaklığa bağlı olarak bu değerlerin değiştiğini ifade etmektedir.

Mekanın fiziksel yapısını oluşturan elemanlar da gerçek yaşamın birer parçası olarak fraktal boyut değerlerine sahip olabilmektedir. Fraktal boyuta sahip olan elemanlar arkadlar, saçak ve tenteler, cumba çıkıntılar gibi hareketli yüzeyler şeklinde kent yaşamına katılmaktadırlar.

#### **Fraktal Hiyerarşi/ Mekansal Hiyerarşi Kavramı:**

Fraktal hiyerarşi, bir sistemin farklı ölçeklerde benzer özellikler gösterdiği ve sistem işleyişi için bu ölçekler arasında güçlü bağların olması gerektiğini ifade etmektedir. Kentsel sistemin varlığını sağlıklı şekilde sürdürebilmesi için farklı ölçekler arasında hiyerarşik bir düzen olması gerekmektedir.

Modern kentlerde görülen, konut yanında üst kademe yol bulunması durumu, çok büyük kütlelere ve düzgün yüzeylere sahip bloklar hiyerarşik bağların kopduğu, ara ölçeklerin kaybedildiği örneklerdir.

#### **Fraktal Oluşum/ Mekansal Evrim Süreçleri:**

Fraktallerin boyutsal değerlerinin zaman içinde değişim gösterebildiği belirtilmekte, kaotik süreçlerde ilk koşulların etkisi vurgulanmaktadır. Ayrıca Kompleks sistemlerde gelişim sürecinin belirli noktalarında aynı olasılığa sahip birden fazla alternatif olduğu ve başlangıç koşullarındaki en küçük farklılaşmanın dahi bu noktalardaki seçimi etkileyeceği ileri sürülmektedir. Newton sistemlerindeki neden-sonuç ilişkisini ifade eden determinist görüşün aksine, sistemlerin evrimlerinde aynı nedenin farklı sonuçlara yol açabileceği ve sistemlerin evrimlerinin farklı olasılıkların bulunduğu kırılma (bifurcation) noktalarını içeren dissipatif bir süreç olduğu kabul edilmektedir.

Kentlerin gelişim süreçleri başlangıç koşullarına bağlılık gösterir ve zaman içinde bulunduğu bir durumun tekrar etmemesi nedeniyle tersinmez yapıya sahiptirler. Ayrıca belirli kırılma noktalarında insan faktörünün etkisi ve kent sistemini etkileyen güçler arasındaki kompleks organizasyon sonucu önceki koşulların aynı olmasına rağmen birbirinden çok farklı gelişim süreçleri izlenmesi olasıdır.

Araştırma altı bölümden oluşmaktadır: Giriş bölümünden sonraki ikinci bölümde Kentsel alanların yapısını inceleyen kuramlar incelendiğinde temelde iki farklı yaklaşım olduğu görülmektedir:

- i. Geleneksel yöntemlerde kenti oluşturan bileşenler, birbirinden bağımsız sistemler olarak değerlendirilip, ayrı ayrı çözülmeye çalışılmakta ve kentin ve karşılaşılan problemlerin kompleks yapısı, analoji ve ideal şartlarla sınırlama ve genellemelerle basitleştirilmeye çalışılmaktadır. Bunun sonucunda da kentin birbiriyle etkileşen sistemlerden oluşan kompleks yapısının anlaşılması ve mevcut problemlerin çözülmesi güçleşmektedir. Kenti oluşturan sistemler birbirinden farklı olmasına rağmen birbirleri ile etkileşimleri nedeni ile bağımsız olamamaktadır. Ayrıca bu sistemlerin kompleks yapılar olmalarından kaynaklanan birtakım benzerlikleri bulunmaktadır.
- ii. 1960'lardan itibaren -özellikle gelişen bilgisayar teknolojisinin sağladığı olanaklarla- sistemlerin karmaşık yapısı araştırılmaya başlanmış ve basitleştirme yerine sistemlerin gerçek özellikleri anlaşılmaya çalışılmıştır.

Tüm bilim dallarında olduğu gibi şehircilik ve mimarlık alanları da bu gelişmelerden etkilenmiştir. Bu gelişmelerin sonucu olan yeni anlayış, belirlenen probleme yönelik daha gerçekçi bir yaklaşım sunmaktadır.

Kompleks sistem yaklaşımının uzantısı olan Kaos teorisi ve Fraktal geometri yöntemlerinin incelenmesi ile görülen fraktal yapı- mekansal strüktür arasındaki paralellik, araştırma yönteminin belirlenmesini sağlamıştır

Kentsel yaşam zenginliğini arttıran mekansal özellikler ise; mekanın fiziksel yapısı, mekanın barındırdığı aktiviteler ve kullanıcıların oluşturduğu anlamlar olarak bileşenlerine ayrılabilir.

Üçüncü bölümde mekansal yapının değerlendirilmesine temel oluşturacak kavramlar tanımlanmış ve hesaplama yöntemleri açıklanmıştır. Bu yöntemlerden matematiksel yöntemin kullanıldığı Hausdorff boyutu konunun gelişimine temel oluşturmakla birlikte somut durumların değerlendirilmesinin güç olması nedeniyle, geometrik yöntemler olan kendine benzerlik ve kutu sayma boyutu yöntemlerinin geliştirilmesini sağlamıştır.

Farklı ölçeklerde benzer geometrinin tekrarlanması anlamına gelen kendine benzerlik boyutu sanal ortamda üretilen yapıları değerlendirebilir fakat tam anlamıyla kendine benzer olmayan kentsel strüktürün bu yöntemle değerlendirilmesi uygun olmayacaktır. Kutu sayma boyutu ise kentsel strüktürün değerlendirilmesi için diğer yöntemlere kıyasla başarılı bir yöntemdir.

Dördüncü bölümde ise kentlerin fraktal yapısının, belirlenen yöntemle boyut, hiyerarşi ve oluşum süreçleri açılarından değerlendirilmesinde temel oluşturacak özellikler incelenmiş, mekansal boyut değerinin farklı ölçeklerdeki komplekslik dereceleri ile ilgili ipucu verdiği, hiyerarşik bağlar kurma açısından potansiyele sahip olup olmadıklarının anlaşılmasına katkıda bulunduğu görülmüştür.

Beşinci bölümde, varsayımlar literatür araştırmalarından ve örneklem alanlarından elde edilen veriler üzerinde sınanmıştır. Varsayımların sınanması iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir: Literatür araştırmalarından sağlanan bazı geleneksel Türk kent dokularının bilgisayar ortamına aktarılıp gerekli dönüşümler yapıldıktan sonra program yardımı ile fraktal boyutlarının hesaplanması birinci aşamayı oluşturmaktadır. İkinci aşamada ise örneklem alanları olarak belirlenen Cerrahpaşa bölgesi ve Marmara konutları ile literatür araştırmalarından elde edilen veriler üzerinde yapılan işlemlerle elde edilen veriler değerlendirilmiştir. Belirlenen yöntemle farklı ölçeklerde fraktal değerler hesaplanarak farklı değerler tesbit edilmiştir. Her ne kadar bozulmuş olsa da Cerrahpaşa bölgesinde hiyerarşik yapının devamlılığı ve farklı ölçeklerde komplekslik değerlerinin yakınlığı dikkat çekerken, Marmara evlerinin hiyerarşik yapısında kopukluk olduğu, komplekslik derecesini yansıtan fraktal değerlerinin düşük olduğu görülmüştür.

Sayısal olarak elde edilen veriler ile alanda yapılan gözlemler ve araştırmalardan elde edilen bilgiler ilişkilendirildiğinde fraktal boyut değerleri ile mekanın fiziksel yapı özellikleri arasında paralellik olduğu belirlenmiştir. Bilgisayar ortamında yapılan hesaplama sonucunda elde edilen değerler, kentsel yaşama katkıda bulunan öğeleri içeren kent mekanlarının farklı ölçeklerde fraktal boyutlara sahip oldukları varsayımını doğrulamaktadır.

# EVALUATING RICHNESS OF URBAN SPACE BY USING CHAOS THEORY AND FRACTAL GEOMETRY

## SUMMARY

Planned and spontaneous development processes, tend to differentiate in the way of urban design. In planned cities it is observed that organization moves from macro to micro scale, in newly developing settlements growth moves from micro to macro scale. In this deduction approach city structure basic element The Hierarchy System weakened and some parts have past unfinished. Disconnections in the Hierarchy System cause users interrelation with urban system.

In this research, main objective is to determine the physical space elements which have positive and negative effect on richness of urban life. Analysis on physical structure reveal that problems in physical space caused by complex problem system.

Previous researches on understanding the complexity of highly organized urban form explained by the up-to-date chaos theory and fractal geometry, they give reliable mathematical results. Other approaches to the effects of buildings and urban form on human behavior are; "Q-Analysis", "Shape Grammars", "Information Aesthetics"(Krampen,1979) and "Space Syntax".

Chaos theory and fractal geometry provide a reliable base for understanding the different urban spaces. Chaos theory helps for understanding the open complex systems, while fractal geometry determines the complexity level of morphological differentiation and interrelation between space elements, evaluating its development process.

There are three similarities between general fractal geometry and the fractal dimension of cities:

### **Fractal dimension- Spatial Dimension concept:**

The word "fractal" comes from "frangere" which means "half measure". Fractal dimension is different from the Euclid geometry which is known as 1,2,3 dimensions; it can be 1.25, 1.5 dimensions. Besides this value could vary according to perceived distance to objects. Elemental forms of the physical environment could have a fractal dimension as apart of real life.

### **Fractal Hierarchy- Spatial Hierarchy Concept:**

Fractal Hierarchy determines that different systems with different scale must have strong connections within, Besides urban systems needs hierarchy to accomplish a healthy living space.

### **Fractal Evolution-Spatial Evolution process:**

Fractal dimension values can change in different periods of time, based in the chaotic processes caused by the first conditions emphasized in fractal evolution. In

complex systems development process, turning points could have more than one alternative with same probability and little changes of conditions at the beginning of the process can alter the entire result. Unlike the Newton systems that determine cause-effect relationship, same causes may lead to different results and dissipative process that include breaking points (bifurcation) may show different probabilities.

In this study; it is verified that the results generated in computer which are taken from literature and survey area ; urban spaces which support the urban life style, has different fractal dimensions in different scales.

The thesis consists of six parts; In the second chapter of thesis, two different methods are described.

- i. In the first approach, the components related to the development of cities, are handled as independent and isolated systems and these are solved separately. The complex structure of problems are solved by analogies or restricted in ideal conditions. As a result of this, it becomes difficult to understand the complex structure and solving these problems. Although the subsystems of cities are different, they are strongly interrelated systems.
- ii. Since 1960s, especially related with the improvements in computer science, the complex structure of systems have been in real conditions instead of being restricted in ideal conditions. Urban planning and Architecture are affected by this Improvements as the other sciences.

The relation between Chaos theory, Fractal geometry and urban structure, was given direction coming into the existence of the method. The spatial properties which contribute to the urban life can be studied in three parts as physical structure, activities, and given meanings by users.

In third part of the thesis, some basic subjects were defined and methods of calculations are explained. There are many different methods for calculating fractal dimension but three of them are important for this study. The "Hausdorff method" have great importance as being the first mathematical method for understanding the fractals, but it is hard to use this method in concrete situations. The second method, "Self Similarity" is geometrical model and it is very useful using this method to self similar structures. On the other hand this method can be used only on self similar structures but cities are not exactly self similar as many other real structures in the world. The third method is a better way for computing the fractal dimension of cities and components of them. This method needs visual data like plans or photos for calculating fractals.

Fourth chapter contains, main spatial properties for evaluating dimensional, hierarchical and evolutionary points of view. Dimensional values assists to understand complexity in different levels and evaluating potentials for producing hierarchical links.

In the fifth chapter, the data from literature and from the study areas were arranged and the fractal dimensions of some traditional cities computed. The values derived from computing process are compared. According to results from computing process, the success of its contribution to urban life is related to the fractal dimension.

In the sixth chapter, the methods and computing results were evaluated. The results can be summarised as follows:

- i. Different development processes of cities affect the urban physical structure in different ways. Planned and unplanned cities have different characteristics. Cerrahpaşa region and Marmara mass housing area reflects this difference with different physical structures and fractal values.

- ii. Physical properties of space act as supporting or restricting urban life by means of links and giving different alternatives. Especially fractal elements have great potential to contribute urban spatial richness and urban life.

## 1. GİRİŞ

### 1.1 Problemin Niteliği, Kapsamı ve Tezin Amacı

Kentlerin gelişim süreçleri kullanıcıların kentsel mekan üretimine katkıları açısından iki farklı şekilde ilerler. Kullanıcıların bina ölçeğinde üretim yapması yolu ile alt ölçekten kent bütününe doğru gelişim ilk grubu oluşturmaktadır. İkinci süreçte ise bireysel üretim yerine kent bütünü planlanarak kentsel mekan kullanıcıya sunulmakta ve kullanıcıya sadece belirlenen sınırlar çerçevesinde katkıda bulunma imkanı verilmektedir.

Bu iki süreç kentin strüktürel yapısının farklılaşmasına neden olmaktadır. Kendiliğinden gelişim olarak adlandırılabilir süreçte alt ölçekteki ilişkiler (kullanıcılar arasında, kullanıcı-mekan ögesi, mekan ögeleri arasında etkileşim), güçlü bağlar şeklinde gerçekleşmekte ve kent sisteminin bütünlüğünü sağlamakta, işleyişini kolaylaştırmaktadır. Bu sürecin yönü alt ölçekten kent bütününe doğru olduğundan çevresel faktörlerdeki değişime tepki olarak gelişen evrim süreci daha kolay ve hızlı olmaktadır. Mevcut problemlerin çözülmesi şeklinde meydana gelen evrim sonucu birtakım "Pattern"ler (Kalıplar) geliştirilmektedir. Bu patternlerin sistemle etkileşerek problemlere cevap verebilmesi geometrisinden daha önemli olduğundan basit Öklid geometrisiyle tanımlanamayacak denli karmaşık geometriler ortaya çıkmaktadır. Bu nedenle geometrileri basit düzene sahip olmasa da kullanıcı ile etkileşime girerek benimsenmeleri yaşam zenginliğine katkıda bulunmaları olanaklı olmaktadır.

Planlanan kentlerin gelişim sürecinde ise belirli anlarda büyük ölçekli ve ani değişiklikler söz konusudur. Planlamada temel yaklaşım üst ölçekte kenti düzenli ve anlaşılabilir düzeyde basit bir mekansal yapı haline getirmek şeklindedir. Üst ölçekten başlayarak planlama kent bütününe düzenli olması, sağlık problemlerinin önlenmesi, yaşam standartlarının geliştirilmesi açısından büyük öneme sahip olmakla beraber, toplumsal ve ekonomik gelişme ile ihtiyaçlar hiyerarşisinde üst seviyelere erişilmesi ile kullanıcının bireysel gereksinimlerini karşılama açısından yetersiz kalmaktadır. Günümüzde net bir şekilde düzenlenen konut formları, yaşayanların özellikleri bilinmeden ihtiyaçlara cevap verecek şekilde tasarlanmaya çalışılmaktadır. Mekan, tüm kentliler yerine belirli kişi veya gruplar tarafından,

tasarlandığından kent içindeki tüm mekanların niteliği orada yaşayanlar kadar iyi bilinemeyeceğinden plan üzerinde düzenli görünen fakat strüktürel bağları zayıflamış bir yapı oluşmaktadır. Günümüz kentlerinde karşılaşılan mekansal problemler bu sürecin bir sonucudur. Özellikle endüstri devrimi sonrası değişim sürecinin aşırı derecede hızlanması mekansal problemlerin kısa sürede tüm dünyada yaygınlaşmasına neden olmuştur. Modern kentlerin homojen ve farklılaşmayan karakteri yaşantı tarzlarının çeşitliliğini öldürmekte ve kendine özgü büyüme karakterini olumsuz etkilemektedir. Homojen ve düzenli yapı, bileşenler arasında güçlü bağlar kuran kuvvetlerin ve formların oluşmasını engellemektedir (Alexander, 1966, Alexander, 1977, Barrat, 1980).

Kullanıcıların kentsel mekanın fiziksel yapısını değiştirmesi genellikle mümkün olmadığından kendi ihtiyaçlarına yanıt vermede yetersiz olan alanları kullanmamakta ve sonuçta kentsel açık alanların kullanımı azalmaktadır. Yerleşmelerin sadece fiziksel elemanlarla değil aynı zamanda kullanıcıları ile bir bütün oluşturduğu gerçeği göz ardı edilerek mekanın basitleştirilmesi, beraberinde birtakım problemleri getirmekte ve bunun neticesinde kullanıcılar kamusal alanlar yerine özel mekanları kullanmakta ve toplumsal yaşam gittikçe yerini bireyselliğe bırakmaktadır. Mekanlar ve kullanımlardaki bu değişimin temel nedeni endüstrileşme sonrası her alanda meydana gelen değişim sürecinin alışlagelenden çok daha hızlı ve etki alanının çok geniş olmasıdır. Bu dönemde yerleşmelerde ve mimarideki değişimler, modernizmin yaşam ve yaşama katılan bütün öğelere bakış açısının bir yansımasıdır. Modernizmin üretime bakış açısı, bu dönemde cam mimarinin gelişmesinde önemli yere sahip olan alman şair ve ressam Paul Scheebart'ın "rengarenk cam, nefreti ortadan kaldıran" bir faktördür cümlesinden de anlaşılacağı gibi, yaratılan ürünle, ki buna mekan da dahildir, insanların hayatını yönlendirme ve -belirlenmiş olan- iyiye doğru yöneltme eğilimindedir.

Endüstrileşme sonrası kentlerde meydana gelen değişimlerin beraberinde getirdiği problemlerin birçoğunun günümüzde de devam ettiği görülmektedir. Geleneksel yerleşmeler ve günümüzdeki kentler karşılaştırıldığında bugün çok daha üstün bir teknolojiye sahip olunması gelişime katkıda bulunurken teknolojinin beraberinde getirdiği hız ve yaygınlaşma, gelişmelerle birlikte problemlerin de daha büyük kitleleri etkilemesine yol açmaktadır. Teknolojinin ön plana çıkmasıyla insan için mekan üretmek yerine çoğunlukla teknik problemlerin dikkate alındığı bazı kalıplar çerçevesinde mekanı oluşturarak insanları burada yaşamaya zorlamanın yaygın bir yöntem haline gelmesi, mekansal problemlere zemin oluşturmaktadır. Bu anlayışın sonucu olarak, kullanıcıların temel ihtiyaçlarından biri olan barınma ihtiyacını

karşılımları gerektiğinden üretilen konutları kullanmak zorunda kalsalar da kamusal açık alanların kullanılmayan ölü mekanlar haline gelmesi mekan üretiminde bir takım problemler olduğunu göstermektedir. Endüstri sonrasında sadece teknoloji, malzeme, mekansal özellikler değil yeni bir yaşam biçimi tanımlanmaktadır fakat bu dönemde gelişen yaşam biçimi ile beraber, kamusal alanların kullanımının azaldığı gözlenmektedir (Sennett, 1990).

Modern mimarinin 'Form fonksiyonu izler' anlayışıyla yapılan yapıların içten dışa doğru gelişen tasarım sürecinde, fonksiyonun gerektirdiği sirkülasyonun çözümüne verilen önem yapının dış mekanla ilişkisinde görülememektedir. Bunun sonucunda da kentsel açık alanlar ve çocuk oyun alanlarının düzenlenmesi (şekil 1.1'de de görüldüğü gibi) SLOAP (Space Left Over After Planning) olarak adlandırılan, planlamadan geri kalan alanların düzenlenmesi veya çocuklara bırakılması anlayışını yansıtmaktadır. Bu tür açık alanlar genellikle kullanılmamaktadır (Alexander,1977).



Şekil 1.1 Marmara Evleri toplukonut alanında açık alan düzenlemesi

Kentsel açık alanların ve genel olarak mekanların kullanımındaki bu değişimde sosyo-kültürel, ekonomik, teknolojik (bilişim vs. ). nedenler yanında mekanların morfolojik özelliklerindeki değişimin de önemli bir etkisi olduğu düşünülmektedir. Ölçek, oran, geometri, doku vb. birçok özellikteki değişimin insan algısı ile etkileşimi nedeni ile mekan kullanımını etkilenmektedir.

Rapoport, insanın kentsel mekanla olan etkileşimi sonucu birbirlerini şekillendirmeleri ile ilgili yaklaşımları üç grupta toplamaktadır:

- i. Çevresel Determinizm: Fiziksel çevrenin insan davranışını belirlediği, yönlendirdiği görüşüdür.
- ii. Olasıcı Yaklaşım: Fiziksel çevre çeşitli alternatifler ve sınırlar sunmakta, insan ise bunlar arasından seçimini temelde kültürel yapı olmak üzere diğer faktörlere göre yapmaktadır.
- iii. Fiziksel çevrenin sunduğu seçim olasılıkları determinist olmamakla beraber bazı alternatiflerin diğerlerine kıyasla olma olasılığı daha yüksektir (Rapoport, 1977).

Bu yaklaşımların ortak noktası, farklı düzeylerde olsa da, insan ve kent mekanının birbirini etkilediği yönündedir. Yapılaşmış çevreden kaynaklanan problemler modern dönemle özdeşleştirilmekle birlikte postmodern dönemde de devam etmiş, kentsel açık alan kullanımının azalması ve kentsel yaşam zenginliğinin yitilmesiyle sonuçlanmıştır. Çok yönlü olan bu problemin çözümüne yönelik olarak, yapılan çalışmaların incelenmesi problemin kavranması ve çözüme yönelik ilerleme kaydedilmesinde büyük önem taşımaktadır.

Günümüz kentlerinin fiziksel yapısının kendiliğinden gelişen kentlerdeki fiziksel yapıdan farklı olduğu görülmektedir. Bu farklılık, kentsel yaşamı etkileyen fiziksel yapı ile ilgili olarak, modern kentlerde hiyerarşik organizasyon eksikliği, evrenselleşme sürecinde yerel değerlerin ve patternlerin yitilmesi, mekansal zenginliği artıran fiziksel öğelerin azalması sayılabilir.

Araştırmanın amacı kentsel açık alan kullanımının azalmasına neden olan mekanın fiziksel yapısı ile ilgili problemlerin belirlenerek, problemler sisteminin çözümüne yönelik önerilerle kent yaşamına katkıda bulunmaktır. Belirlenen amaç doğrultusunda, günümüzde kentsel açık alan kullanımını olumsuz etkileyen etmenler araştırılıp mekansal problemlerin karşılaştırma yoluyla değerlendirilerek çözüm önerileri sunulması hedeflenmiştir

Araştırmanın varsayımları şu şekilde sıralanabilir:

- i. Planlı kentler ve kendiliğinden gelişen kentlerin mekansal strüktürü farklılık göstermektedir ve bu farklılık matematiksel yöntemlerle ölçülebilir.
- ii. Mekansal farklılığın ölçülmesi ile elde edilen değerler ile fiziksel mekanın zenginliği ve kentsel aktivitelere katkıda bulunma potansiyeli arasında ilişki bulunmaktadır.

Varsayımları sınamayı amaçlayan tez altı bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünden sonraki ikinci bölüm kentsel alanların yapısını inceleyen kuramlar ve kentsel mekanın yaşam zenginliği açısından incelenmesini içermektedir. Kent mekanının anlaşılmasına yönelik yaklaşımlar sınıflandırılmış, farklı dönemlerdeki kentsel mekan yapısına değinilerek kentsel mekan öğeleri kent yaşamına katkı bağlamında değerlendirilmiştir.

Üçüncü bölümde konu ile ilgili teorik çalışmalar açıklanmakta yerleşim yapısı ile Kaos teorisi ve Fraktal geometri ilişkisi açıklanmaktadır. Konu ile ilgili temel kavramlar verildikten sonra diğer bilim dallarındaki paralel gelişmelere değinilmiş, daha sonra fraktal boyut hesaplama yöntemleri belirtilerek teorinin gelişim süreci ve kent mekanının değerlendirilmesi açısından önemli olan “Hausdorff”, “kendine benzerlik” ve “Kutu sayma” yöntemleri açıklanmıştır. Uygulama açısından önemli olan teorik kısmın açıklanmasının ardından kent bütünü, kentsel tasarım, bina ve bina elemanı ölçeklerinde olmak üzere mevcut çalışmalar değerlendirilmiştir.

Dördüncü bölümde kaos teorisi ve fraktal geometrinin kentsel mekan analiz, değerlendirme ve tasarımda kullanımına yönelik olarak kentlerin fraktal yapısını tanımlayan özellikleri sınıflandırılmıştır.

Beşinci bölümde yöntem örneklem alanından elde edilen verilerle sınanmaktadır. İlk olarak örneklem alanları ve seçim nedenleri açıklanmış, daha sonra yöntem tanımlanarak bilgisayar ortamında mevcut verilerle farklı ölçeklerde fraktal boyutlar hesaplanmıştır.

Altıncı bölümde, yapılan çalışmaların sonuçları üzerinde genel değerlendirme yapılmış, elde edilen sonuçlar ve değerlendirmeler ışığında öneriler geliştirilmiştir.

## **1.2 Araştırma yöntemi, bu yöntemin seçilme nedeni**

Açıklanan problemden yola çıkarak kentsel mekan öğelerinin, farklı bir bakış açısı ile yeniden incelenerek, kentsel yaşama katkıda bulunan öğelerin temel niteliklerinin tanımlanıp, zaman içerisinde defalarca karşılaşılan problemlerin çözülmesi yolu ile belirlenmiş olan bu kalıpların kavranarak daha sonra yapılacak tasarımlara katkıda bulunulması amaçlanmıştır.

Yöntem belirlenirken kent mekanının fiziksel yapısındaki problemin, çok daha kompleks olan bir problemler sisteminin parçası olduğu dikkate alınmıştır. Bir problem yerine problemler sisteminin varlığı, çözümün problemin kompleks yapısına cevap verebilecek düzeyde kapsamlı olmasını gerektirmektedir. Bununla birlikte çözüm yaklaşımının yaşam zenginliğine doğrudan katkıda bulunan mekanla ilgili alt

strüktürleri de içermesi ve aynı anda alt ve üst ölçekteki sistemleri bütünleştirmesi gerekmektedir. Araştırma yöntemi şu aşamalardan oluşmaktadır:

- i. Kaynak ve literatür taraması
- ii. Hipotezlerin tanımlanması
- iii. Hipotezlerin belirlenen yöntemle sınanması için gerekli verilerin sağlanması
- iv. Verilerin analiz ve sentezi

Kentsel mekanın yapısı ve problemleri ile ilgili olarak geleneksel bakış açısından ayrılan ve diğer bilimlerdeki gelişmelerle daha yakından ilişkili olan görüş de kentin kompleks bir yapı olduğu ve sahip olduğu özelliklerin, bilinen analiz yöntemleri ile incelenmesinin, kentin karmaşık yapısının anlaşılması için yeterli olmayacağı yönündedir. Bu bakış açısının temelinde Kaos teorisi, fraktal geometri, nonlineerlik, tersinmezlik ve başlangıç durumuna hassas bağıllık gibi kavramlar yatmaktadır.

Bu yaklaşımdan yola çıkılarak, araştırma yöntemi tümevarım ve tümdengelim yöntemlerinin birlikte değerlendirilmesi yolu ile geliştirilmiştir. Kent bütünü kompleks bir sistem olarak değerlendirilmiş, bu bütün, kendisini oluşturan bileşenlerine ayrıştırılarak üst ölçekten alt ölçeğe doğru inilirken, bileşenlerin alt ölçekten üst ölçeğe doğru ölçekler arası etkileşimi de sürdürerek kompleks yapıyı oluşturma süreci ve sistemi oluşturan öğelerin incelenmesine çalışılmıştır.

Konu ile ilgili kaynak araştırmasında kentsel bütünün anlaşılmasına yönelik olarak, kentlerin değerlendirilmesinde izlenen yöntemler ve kuramlar incelenmiş, aynı zamanda kentsel yapıyı oluşturan fiziksel elemanların özellikleri incelenerek belirlenen mekansal elemanların kentsel yaşamı etkileyen temel nitelikleri araştırılmıştır.

Geleneksel yöntemler ve doğrudan şehircilikle ilgili yöntemlerin yanı sıra diğer bilimlerdeki kentsel mekan değerlendirme sürecine katkıda bulunabilecek gelişmeler de incelenerek konunun kapsamı genişletilmeye çalışılmıştır. Konu ile ilgili güncel çalışmalar araştırılmış, internet aracılığı ile kaynak kişilerle iletişim kurulmuştur.

Mevcut teorilerden ve araştırmalardan yola çıkılarak kentsel yaşam zenginliğine katkıda bulunan mekanlara ilişkin varsayımlar belirlenmiş, problemin belirlenen yöntemle sınanması için gerekli olan verilerin bir kısmını oluşturan halihazır harita ve planlar ilgili belediyelerden alınmış, çalışma alanında görsel analizler yapılmıştır. Topluluk alanı ile ilgili olarak site yönetimi ve emlak satış birimleri ile görüşülerek bilgi alınmıştır. Yöntemin bilgisayar ortamında uygulanmasını sağlayan hesaplama

programları konu ile ilgili araştırma yapan teorisyenlerden internet yolu ile sağlanmıştır.

Yöntemin sınanması için gerekli verilerden olan örneklem alanlarının fotoğrafları çekilerek dijital ortama aktarılmış, alınan planlar ve fotoğraflar üzerinde, model programda kullanılabilir hale getirmek üzere gerekli düzenlemeler yapılmıştır.

Geleneksel Türk kentlerinden bazılarının yol dokusunun fraktal boyutu, bilgisayar programı ile hesaplanarak örneklem alanlarından elde edilen değerlerle karşılaştırılmıştır. Örneklem alanlarının farklı ölçeklerde fraktal boyutları belirlenmiştir.

Geleneksel kentlerden bazılarının fraktal boyutları ve örneklem alanı ile ilgili veriler kullanılarak elde edilen fraktal boyutlar karşılaştırılmış, mekansal zenginlik ve kentsel yaşama katkı bağlamında değerlendirilmiştir.

## **2. KENTSEL ALANLARIN YAPISINI İNCELEYEN KURAMLAR VE KENTSEL MEKANIN YAŞAM ZENGİNLİĞİ AÇISINDAN İNCELENMESİ**

### **2.1 Kentsel Alanların Yapısını İnceleyen Kuramlar**

Kentsel mekanın değerlendirildiği yaklaşımlar birbiri ile etkileşen birçok bileşenden oluşan kenti farklı açılardan değerlendirmektedirler. Bu yaklaşımların birbiri ile örtüşen yanları olsa da her yaklaşımda bazı bileşenlerin daha baskın olduğu görülmektedir. İnsanın toplumsal yaşamına ve eylemlerine duyarlı bir kentsel biçimlendirme sistemini hedefleyen birbirinden farklı yaklaşımlar kentin fiziksel elemanlarının analizini, toplumsal/ tarihsel değerler üzerine yapılan araştırmaların yorumlanmasını veya kentleri oluşturan sistemlerin geliştirilmesini çıkış noktası olarak almaktadırlar.

Kentsel sistemlerin incelenmesinde iki farklı yaklaşım söz konusudur:

Geleneksel yaklaşımda, sistemler statik, kapalı, determinist sistemler olarak değerlendirilirken, günümüzde ise sistemlerin daha kompleks, dinamik, açık, dissipatif (determinist olmayan). yapıya sahip oldukları bilinmekte ve gelişen teknolojinin de yardımı ile bu tür karmaşık sistemler anlaşılabilir hale gelmektedir (Bertalanffy,1968, Klir, 1972).

Geleneksel yaklaşımların temel özelliği sistemlerin karmaşık yapısının basitleştirilerek anlaşılmasına çalışılmasıdır. Bu yaklaşım sadece şehir planlamada değil tüm bilim dallarında 1960'lı yıllara kadar geçerliliğini korumuştur ve anlaşılması kolay olduğundan kullanılmaya devam edilmektedir. Bu süreçte birtakım faktörler değerlendirme dışında tutulmakta, bu nedenle kentsel dinamikler yeterince anlaşılabilir hale gelmemiştir. Geleneksel sistemlerden farklı olan bir yaklaşım da kentin kompleks yapısını anlamaya çalışarak kentsel yaşamın zenginleştirilmesinde etkili olan faktörlerin araştırılmasıdır.

#### **2.1.1 Genel Sistem Yaklaşımı**

Geçmişte bilim, gözlenebilir olayları birbirinden bağımsız ve incelenebilir temel birimlere indirirken çağdaş bilimde bütünlük, hiyerarşi gibi kavramlar çerçevesinde organizasyon problemleri ve dinamik etkileşimlerin incelenmesi önem kazanmıştır.

Strüktür ve sistemlerle ilgili çalışmalarda temelde kompleksliklerinden kaynaklanan hiyerarşik yapının ilişkiler ile birlikte düşünülmesinin gerekliliği vurgulanmaktadır (Bertalanffy,1968, Wilson, 1969).

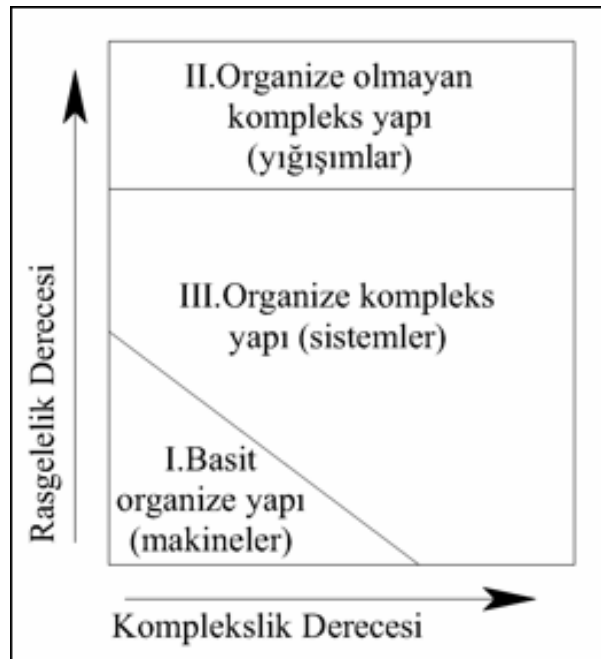
Sistem, Bertalanffy tarafından, “karşılıklı etkileşim halindeki elemanların oluşturduğu kümeler” olarak tanımlanmaktadır (Bertalanffy, 1968,s. 37).

Klir de benzer şekilde, sistemi “Bileşenlerin karşılıklı etkileşim ile bütünü oluşturmak üzere kurduğu düzen” olarak açıklar ( Klir, 1972, s.1, 31).

Genel sistem teorisi ilk olarak 1930’larda L. Von Bertalanffy tarafından tanımlanmıştır (Klir, 1972).

Sistem teorisinde termodinamiğin ikinci yasası önemlidir: Buna göre, fiziksel olaylar maksimum düzensizlik durumuna doğru ilerlemektedir. Sıradan fizik yasaları çevreden izole olduğu kabul edilen kapalı sistemlerle ilgilenmektedir. Son yıllarda geliştirilen yasalar ise tersinmez süreçleri, açık sistemleri, dengeden uzak durumları da içerecek şekilde genişletilmiştir (Bertalanffy, 1968).

Organize olmayan kompleks yapı, sistem teorisinin diğer bir boyutudur. Bu tür kompleks yapılar da olasılık yasaları ve termodinamiğin ikinci yasası temel alınarak tanımlanmaya çalışılmaktadır. I. Bölge, makine veya makine işleyişi bölgesi, II. Bölge nüfus veya yığılımlar bölgesi, III. Bölge ise analiz ve istatistiksel düzenlemeler için çok karmaşık olan sistemler bölgesidir (Şekil 2.1) (Weinberg, 1975, Jacobs, 2000).



Şekil 2.1 Organize yapıların karmaşıklık dereceleri (Jacobs, 2000)

Termodinamiğin ikinci yasası düzensizlik veya olasılıkların maksimum düzeyde olması olarak özetlenebilen entropinin kapalı bir sistemde sürekli olarak artarak sonunda maksimum entropi noktasında dengeye ulaşacağını ifade etmektedir. Kapalı sistemlerde entropi sürekli olarak artarken, açık sistemlerde tersinmez süreçler söz konusudur ve entropi maksimize eden güçler yanında negatif entropi üreten yani düzensizliği azaltan güçler bulunmaktadır. Dış çevre ile madde alışverişi yapabilen açık, yaşayan sistemlerde yapım ve yıkım süreçleri olarak görülen bu iki etki, sistemin dinamik bir denge aralığında işlevini sürdürmesini sağlar (Bertalanffy,1968, Rapaport,1972, Salingaros, 2000).

Özetle, sistemlerde üç tür denge bulunmakta ve sistemler bu denge noktaları arasında evrimleşmektedir:

**Düzenli denge** : Entropi minimum düzeydedir.

**Dinamik denge** : Entropi arttıran ve azaltan güçlerin bir arada olduğu ve sistemin evrim sürecinin devam ettiği durumdur. Organizmalardaki yapım ve yıkım süreçlerinin görüldüğü metabolizma süreci dinamik dengeye örnek teşkil etmektedir.

**Düzensiz denge**: Entropi maksimum düzeydedir. Entropi sınırlayıcı güçler bulunmayan kapalı sistemlerde evrim sürecinin nihai aşamasıdır.

Genel sistem yaklaşımının benimsendiği çalışmalar, kentsel sistemlere yaklaşım açısından; kent bütünü ele alan yaklaşımlar, insan merkezli yaklaşımlar ve yerleşimlerin fiziksel yapısına ilişkin yaklaşımlar olmak üzere üç farklı gruba ayrılabilir:

- **Kent bütünü ölçeğinde yapılan çalışmalar**

Kentin fiziksel yapısını ve kenti oluşturan bileşenleri üst ölçekte inceleyen yaklaşımlardır. Bu kuramların oluşturulmasında ekonomik yapı temel alınmakla beraber birtakım ön kabullerle sistemler basitleştirilmeye çalışılmıştır. Johann Heinrich von Thünen tarafından 1820'lerde tek bir şehirsal merkez etrafındaki tarımsal alanların dağılımını etkileyen faktörleri ve bunun sonucunda oluşan yapıyı inceleyen konsantrik halkalar modeli, Ernest W. Burgess tarafından 1920'lerde Şikago şehrine dayandırılarak oluşturulan eş merkezli çemberler kuramı, Chauncy Harris ve Edward Ullman'ın, Burgess ve Hoyt'un modellerini de göz ardı etmeden 1940'larda önerdikleri ve büyüyen Amerikan şehrinin gelişme kalıbını yansıtmakta yetersiz kaldığından 1960'larda Ullman ve 1997'de Harris tarafından güncellenmeye çalışılan çok merkezli gelişme kuramı, Christaller'in merkezi yerler

kuramı ve Burgess'ın Sektör(dilimler). kuramları kent bütününü ele alan modellerin en fazla bilinen örnekleridir.

Kentin karmaşık yapısının anlaşılmasına yönelik diğer bir yaklaşım ise diğer karmaşık sistemlerle ilişkilendirerek kenti oluşturan dinamiklerin anlaşılması yönündedir. Organik yerleşme kuramı kentsel araştırmalarda önemli yere sahiptir. Kentin bir organizma gibi düşünülmesinde özellikle 18. ve 19. Yüzyılda biyolojinin gösterdiği hızlı gelişim etkili olmuştur. Diğer bir nedeni de teknolojideki eşi görülmemiş sıçramalar sonucu oluşan dev yeni şehirler ve endüstrileşme baskısıdır. Biyolojik organizma konsepti göreceli olarak yenidir. 18.yy'da geliştirilmiştir fakat asıl ifadesine Ernest Haeckel ve Herbert Spencer tarafından 19.yy'da kavuşturulmuştur. Daha çok, önceki şehirleri anlamak ve daha önceki, sezgisel olarak doğruluğu hissedilen ilkeleri güçlendirmek amacı ile geliştirilen bu model, ütöpik düşünceler, romantik peyzaj tasarımı, sosyal reformlar, naturalistler gibi yerel birçok şeyi de beraberinde getirmiştir. 20.yy'da Organik yerleşme teorisi, Patrick Geddes, onun halefi Lewis Mumford, Amerikan Peyzaj Mimarı Law Olmsted, Ebenezer Howard, Howard Odum ve Burton Mac Kaye, Komşuluk ünitesi fikrini ilerleten Clarence Perry, Arthur Glikson, insan yerleşmeleri ve doğanın harmonik bütün oluşturmasını düşleyen ekologlar, Harry Wright ve Raymond Unwin gibi bunu detayda uygulayan tasarımcılar tarafından ortaya çıkarılmıştır (Lynch, 1984).

#### • İnsan Merkezli Yaklaşımlar

Günümüzdeki kentlerin mekansal özelliklerinin yaşantı zenginliği oluşturma açısından yetersiz olduğu ve sorunlu mekanların toplumsal ve bireysel aktiviteleri olumsuz etkilediği görüşünden yola çıkarak çeşitli kavramlar geliştirilmiştir. Bu konudaki başlıca çalışmalar Lynch, Appleyard, Jacobs ve Alexander tarafından yapılmıştır (Lynch,1960,1984, Appleyard, 1964, Jacobs,1961, Alexander, 1966, 1977, 1987, 1997).

Kentsel mekanın algılanması ve bilinç alanına alınarak değerlendirilmesinde, Lynch'in kent imgesini oluşturan öğelerin incelenmesi ve bunlara dayalı 'bellek haritaları' oluşturulması yöntemi önemlidir. İmge çalışmaları ile ilgili olarak Lynch, okunabilirlik(legibility), kimlik(identity), yapı(structure), ve anlam(meaning). şeklinde değerlendirme ölçütleri getirmiştir (Lynch 1960, 1971).

Punter de, mekanın oluşturulmasında, fonksiyonlar, aktiviteler, kültürel birlik, strüktür, anlam, imaj, kalite, kullanım değerleri, sosyal ve kültürel yargılar gibi kentsel bileşenlerin belirlenmesi gerektiğini ve özellikle katılımın sağlanmasına öncelik verilmesi gerektiğini savunmaktadır. Katılım ile, mekanı kullanan ve

kullanacak olanların düşüncelerine, yaşam biçimlerine önem verme ve dolayısıyla sosyal özelliklerle form ve aktivite özelliklerinin ilişkilendirilmesinin sağlanabileceğini belirtmektedir. Bu bağlamda, başarılı kentsel mekanların yaratılmasında, kullanıcıların mekana yükledikleri anlamın ve algılama biçimlerinin önemli ölçüt olduğunu da vurgulamaktadır (Punter, 1991).

Tasarımda insan algısı ile ilgili çalışmalarda, mekanın boyutsal ve geometrik ve diğer fiziksel özellikleri, insan psikolojisine olan etkileri açısından incelenmiştir. Gestalt kuramı, Cullen'in ardışık mekanların seri olarak algılanması ile ilgili çalışmaları, Bacon'un mekanın algılanması ve mekan psikolojisini vurgulamaya yönelik mekan-zaman ve mekan-hareket yaklaşımları bu konudaki çalışmalardan bazılarıdır (Ünlü, 1998, Bacon, 1995, 1978, Cullen, 1986, 1971).

Özetle insan merkezli yaklaşımlarda başarılı bir tasarımı hedefleyen bütüncül bir yöntemin mekansal tanımlılık, bağlantı/ iletişim ve tarihsel/kültürel/toplumsal değerler yönünden duyarlı olması gerektiği vurgulanmaktadır.

#### • Yerleşimlerin Fiziksel Yapısına İlişkin Yaklaşım Ve Modeller

Kentlerin iç fiziksel yapısını diğer bileşenlerden bağımsız olarak ele almak söz konusu olamamaktadır. Fiziksel yapı; sosyal, ekonomik, teknolojik, politik ve diğer birçok nedenin ürettiği bir sonuç olmakla beraber kent yaşamını etkileme bağlamında düşünüldüğünde nihai sonuç olmaktan çok sürecin bir aşaması olarak değerlendirilmelidir.

Mevcut çalışmalar incelendiğinde de biçimsel özelliklerin tarihsel süreçle ilişkilendirildiği, gözlemlenen doku farklılıklarının sınıflandırılarak özelliklerinin tanımlanmaya çalışıldığı, fonksiyon ve kentsel aktivitelerle etkileşim açısından veya kullanıcı tarafından benimsenmesi yönünden incelendiği görülmektedir.

Tarihsel bağlamda kentsel biçim ile ilgili çalışmaların geçmişi yirminci yüzyılın başına dek uzanmakta ve bu çalışmalarda kentsel biçim elemanlarının gelişimi ve bunları oluşturan bileşenler araştırılmaktadır. Camillo Sitte'nin orta çağ kentsel mekanlarının incelenmesine dayalı olarak organik yapısıyla ortaya çıkan sokak ve meydanlara, görsel değerler, bakış açıları, oransal değerler, açıklık-kapalılık gibi ayrıntılarda analitik bir yaklaşım geliştirme yönündeki çalışmaları buna örnek teşkil etmektedir. Rossi ve Panerai de kentlerin tarihsel kapsamlarına yoğunlaşmışlar, Gebauer ve Samuels ise evrimsel bir değişimin dinamik süreci ile ilişkili ve onun bir parçası olarak temel kentsel biçim tiplerini irdelemiştir (Panerai, 1975, Samuels, 1983, Rossi, 1985, Sitte, 1979).

Biçim-bilim çalışmaları, çeşitli analitik tekniklerin, özellikle kent planı analizi ile ilgili olanların, ortaya konması açısından önemlidir. Burada üç tür plan elemanı sistemi söz konusudur:

- i. Caddeler/sokaklar ve bunların bir cadde/sokak sistemi içinde düzenlemeleri,
- ii. Parseller ve cadde/sokak sistemi içindeki konumları,
- iii. Binalar, ya da daha açık olarak, blok planları.

Tricart ise mekansal analizi üç ölçek düzeyinde ele almıştır:

- i. Sokak ölçeği: Açık alan ve bunu çevreleyen yapılaşmış alanları içerir.
- ii. Mahalle ölçeği: Genel karakterleriyle blok yapılarından oluşur.
- iii. Kent ölçeği: Mahalleler grubu olarak düşünülür (Tricart,1963).

Krier, kentlerin fiziksel dokularını inceleyerek, 'akılcı' kentsel tasarım ölçütleri seti oluşturmak için temel kentsel biçim öğelerini (bloklar, caddeler/ sokaklar ve meydanlar gibi) sınıflandırıp, çözümlenen bileşenleri yapısal biçimin temel tiplerine ayırma yolu ile değerlendirmiştir (Krier, 1979).

Kentsel mekanların fiziksel yapısının incelenme ve başarısının değerlendirilme süreçlerinde kentsellik ve yaşanabilirlik kavramları da ön plana çıkmaktadır. Bu anlamda kentsel aktiviteler ile fiziksel mekanın etkileşimi önem kazanmaktadır. Canter, fiziksel özelliklerin, aktivite ile mekanın anlamını ilişkilendiren bir bağlayıcı olduğunu düşünerek mekanı, aktivite, anlam veya kavram ile fiziksel özelliklerin arakesitinde konumlandırmaktadır. Ayrıca, mekanın oluşturulmasında fiziksel herhangi bir öğe olmasa da aktivitenin belirlenmesinin gerekliliğini ve aktivitenin mekanı tanımladığını vurgulamaktadır. Fiziksel özellikler belirgin ise, aktivitelerin birleşiminden anlamın öne çıktığını belirtmektedir (Canter,1977).

Mekanın aktiviteleri desteklemesi yanında kullanıcı tarafından benimsenmesi de mevcut çalışmaların büyük bir kısmını oluşturmaktadır. Trancik, bütüncül bir tasarım yöntemi oluşturma doğrultusunda; kitle-açık alan ilişkisinin kurulması ve kentsel dokunun fiziksel-geometrik yapısının kentsel kütleler ve hacimlerin organizasyonunun dikkate alınarak düzenlenmesini ifade eden Şekil-Zemin kuramı (Figure-Ground theory)., kentlerin farklı bölümlerini birbirine bağlayan arterlerin organizasyonu üzerine odaklanan ve şekil-zemin kuramında olduğu gibi mekanlar şemasının değil sirkülasyon şemasının vurgulandığı Bağlantı Kuramı (Linkage Theory)., kentsel mekanın düzenlenmesinde, tarihsel, kültürel, toplumsal değerlerin anlaşılması temeline dayalı olarak geliştirilen Yer Kuramını (Place theory). bir arada değerlendirerek, kentsel mekanda işlevsizleşerek önemini ve anlamını yitiren kent

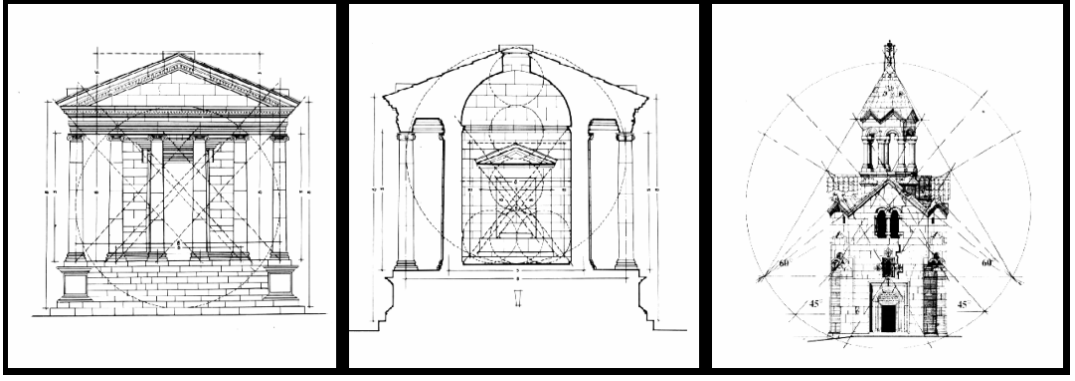
parçaları için yitik mekanların yeniden bulunması görüşünü sunmuştur (Trancik, 1986).

N. Schulz ise Yer kuramı ile bağlantılı olarak, yerin ruhu/yer duygusu (genius loci) kavramı ile anlamlı yerler yaratma ilkesini geliştirmektedir. Mekan; yer'i oluşturan öğelerin üçüncü boyuttaki organizasyonunu ifade eder. Kentsellik kuramını, yoğunluk/Süreklilik/Çeşitlilik kavramlarıyla açıklamaktadır. Burada yoğunluk, belirli bir optimal değere ulaşınca dek kentsellik için gerekli koşul olmakla birlikte, insan sağlığı ve mutluluğunu tehdit eden üst değere eriştiğinde, kabul edilemez bir düzey tanımlamaktadır. Çeşitlilik, kentsel ortamda seçme özgürlüğünü tanımlaması yanı sıra, klasik zoning anlayışına karşı, alan kullanımındaki çeşitlilik anlamına da gelmektedir (Schulz, 1980).

Örüntü (Pattern) kuramı ile kentsel mekan sorununa çözüm arayan Alexander'in Örüntü dili kavramı da bir diğer önemli bakış açısını temsil etmektedir. Örüntü (Pattern) dili, büyük ölçekli pattenleri destekleyen küçük ölçekli patternlerden oluşur. Büyük ölçekli patternler, küçük ölçeklilerden daha fazla bilgi içerdiği için gereklidir. Patternler, kentsel ve mimari sistemin bileşenlerine ayrılması için çok başarılı bir yöntemdir. Alexander'ın örüntü dili birçok örnekte modüllerin birbirleriyle etkileşimini yöneten geçiş elemanları, kapalı mekanlarla açık alanları bağlayan elemanlar olan "arayüz"leri tanımlamasına rağmen bir modüller kataloğu olarak algılanmaktadır (Alexander, Ishikawa, ve diğ. , 1977). Alexander, sınırlar, fiziksel bağlantılar, geçiş zonları, temel insan aktivitelerine olanak verecek geometrik yapıdaki kenarlar gibi bağlayıcı arayüzlerin kent bütünü oluşturmak için gerekli temel özelliklerden biri olduğunu vurgulamaktadır. Herhangi bir kompleks sistemin ayrıştırılmasında olduğu gibi mimari ve kentsel arayüzler de ayrıştırılan modüller kadar dikkatli bir şekilde tanımlanmalıdır. (Alexander, 1987, Salingaros, 2000).

### **Kentsel mekan analiz ve tasarımda kullanılan matematiksel yöntemler**

Fiziksel çevrenin değerlendirilmesinde birtakım matematiksel ve geometrik yöntemlerin de tarihsel gelişim sürecinde değerlendirme ve tasarım kriteri olarak geliştirildiği bilinmektedir. Oranların ve sayıların önemi, verilen mitolojik değerlerden ve estetik gibi öznel kavramların matematiksel yöntemler kullanılarak nesnelleştirme çabalarından kaynaklanmaktadır.



Şekil 2. 2 Altın Oranın Mimari Değerlendirmede Kullanımı

Altın oran olarak adlandırılan bir uzunluğu ikiye bölen parçaların birbirleri arasındaki oranla büyük parçanın bütüne oranının birbirine eşit olması ile elde edilen değer büyük öneme sahiptir (Şekil 2.2). Bu eşitlik matematiksel olarak şöyle ifade edilebilir:

$$a/b = b/(a+b) \quad (2.1)$$

Bu denklemden elde edilen 1,618 değeri tarih boyunca tasarım ve değerlendirmede kriter olarak kullanılmaktadır. Bu oran kullanılarak altın dikdörtgen gibi geometriler de üretilmektedir (Elam, 2001, İzgi, 1999, Kuban, 1998, Bergil, 1988).

### 2.1.2 Karmaşık Sistem Yaklaşımı

Fizik biliminden çıkan sonuçlar olan “Complexity Theory”, “Hierarchy Theory”, “Systems Analysis”, “Computer Science”, “Artificial Intelligence”, “Fuzzy Logic” ve “Fractal” ler, evrenin yeni ve son derece karmaşık bir resmini oluşturmak üzere bir noktada birleşmişlerdir. Bu resim 20. yy mimari ve kent planlamasının büyük kısmında görülenin karşıtı bir anlayışı temsil etmektedir (Şen, 2001, Salingaros, 2000).

Fizikçiler, matematikçiler, biyologlar ve astronomlar tarafından geliştirilen, sistemlerle ilgili günümüzdeki görüş geleneksel anlayıştan farklıdır. Buna göre basit sistemlerden karmaşık davranış biçimleri çıkar. Daha da önemlisi, karmaşıklık yasalarının evrensel geçerliliği vardır; bir sistemi oluşturan unsurların ayrıntılarını hesaba katmaz (Gleick, 1997).

Sistemler, karmaşıklığın değişik, artan derecelerini sergileyebilirler; bu karmaşıklık sistemin tanımlanması için gerekli olan parametrelerin, hareket denklemlerinin, durum denklemlerinin vb. sayısına bağlı olarak artar. Bu artış sırasında karmaşıklığın niceliksel büyümesi ile birlikte, niteliksel yeni özelliklerin ortaya çıktığı sıçrama basamaklarına rastlanmaktadır. bu durum göz önünde tutularak

karmaşıklık, sub-kritik veya kritik altı, kritik ve kaotik sistemler olmak üzere üç gruba ayrılmıştır (Cramer, 1998):

**a. Kritik altı (kritik durum öncesi) karmaşıklık:** Belirli bir çeşitliliğin egemen olduğu, ancak matematiksel yasalar aracılığıyla ortaya determinist sistemler çıkacak kadar basitleştirilebilen ve bu durumda Newton yasaları gibi fiziksel yasaların uygulanabileceği sistemlerdir. Ancak yöntemsel bakımdan kritik altı karmaşık sistemlerde de bilimsel bir öngörü, bir tahminde bulunmak -mikroskop olmadan bakterilerin büyüme oranı sabit olduğu halde niceliksel bir bakteri ayrıştırmasının gerçekleştirilemeyeceği örneğinde olduğu gibi- elde yeterli ölçüde ayrıştırıcı bir analizatörün bulunmadığı durumlarda zorlaşabilse de ilkece kritik altı karmaşık sistemler kesin determinist sistemlerdir ve eksiksiz bir bilimsel tahmine yatkındırlar.

**b. Kritik sistemler:** Konveksiyon akımlarında olduğu gibi karmaşıklığın belirli bir değere ulaşması halinde yeni yapılar oluşmaya başlar. Bu tür sistemler, evrimde yada tersinmez termodinamikte olduğu gibi, alt sistemler oluştururlar. Bu sistemlerin durumlarını önceden bilimsel düzlemde tahmin etmeye pratikte engeller bulunsa da, en azından ilkece eksiksiz öngörülebilir sistemlerdir. İşin içine rastlantıyı katmak, tam çözümler elde etmenin bir yolu olarak düşünülüp sık sık başvurulan bir yöntemdir. Sistemin içine rastlantılar sokularak bilgisayar aracılığı ile determinist sistemleri optimal çözümlere kavuşturmak mümkündür.

**c. Kaotik sistemler:** En üst düzlemdeki karmaşıklığı temsil eden bu sistemler, çıkışlarında belirlenime elverişli, determinist koşullar bulunduğu halde, endeterminist yada kaotik çözümleri olan sistemlerdir. bu sistemlerde bilimsel öngörüler, kesin tahminler artık hem pratikte hem de ilkece başarısızlığa uğrarlar (Cramer, 1998). Kompleks sistemlerin dört temel özelliği vardır:

- i. Kendini organize edebilme
- ii. Nonlineerlik
- iii. Kaotik düzen
- iv. Oluşum özellikleri ve öngörülemez sonuçlar üretme (Jacobs, 2000, Kirshbaum, 2000).

• **Kent bütünü ölçeğinde yapılan çalışmalar ve Hücresel Otomata**

Kentsel strüktürün kompleks yapısının kapsadığı bileşenler Kentsel strüktürün evrimi ve kentsel açık alanlarda insanların sosyal aktiviteleri olmak üzere iki grupta toplanabilir (Jiang, 1999).

- i. Kentsel strüktürün evrimi: Kent formunun oluşumu örnek olarak verilebilir. Kompleks sistem yaklaşımı hiyerarşi kavramını da kapsadığından farklı ölçekler bir arada düşünülmeyle beraber, kent formu ve gelişimi ile ilgili olarak kent bütünü ölçeğinde işleyen sistemlerin ön plana çıktığı yaklaşımlar; Teknolojinin (bilgi, iletişim teknolojileri gibi) kentsel strüktüre etkisi, fonksiyonların birbirleri ile etkileşerek kent bütünü evrimini yönlendirmesi süreçlerinin incelenmesi ve kentsel sistemlerin simülasyon yolu ile açıklama çalışmaları olarak gruplanabilir (Wilson, 1969, Salingaros, 2000, Batty, 2000).
- ii. Kentsel açık alanlarda insanların sosyal aktiviteleri: örneğin, yaya hareketi ve trafik akışı patternleri, kentin sosyal yapısındaki değişim, kaotik nüfus hareketleri, sosyal bilimlerin kompleks yapısı üzerindeki çalışmalar da diğer bir grubu oluşturmaktadır (Bertalanffy, 1968, Dendrinos, 1990, 1992).

Kenti birbiriyle etkileşim halindeki küçük hücrelerden oluşan kompleks bir sistem olarak düşünerek alt ölçekteki değişim ile kentin evrim süreci arasındaki ilişkiyi açıklamaya çalışan hücresel otomata yöntemi kent sisteminin evriminin anlaşılmasında önemli bir yere sahiptir.

Hücresel otomata (Cellular Automata; C.A) kentsel dinamiklerin kentin zaman içerisindeki değişimine olan etkisinin simülasyonu için kullanılan bir yöntemdir (Torrens, 2000, 2001).

Hücresel otomatanın en belirgin olan yönü, düzenli alanların (hücrelerin) çoğaltılmasından oluşan iki boyutlu bir yapı sunmasıdır. Herhangi bir zamanda belirli bir hücre, komşu hücrelerin -bazı (tekdüze bir şekilde uygulanan) dönüşüm kurallarına göre oluşan özellikleri tarafından belirlenen tekil bir durumdadır. Hücreler, bu kuralları tekrar eden uygulamaları ile eşzamanlı ve yinelenerek kendi durumlarını değiştirirler.

Hücresel otomata, dört temel elemanın birleşiminden oluşur:

- i. Kafes
- ii. Durum-Alan
- iii. Kafes tarafından belirlenen komşuluk
- iv. Dönüşüm kuralları (Torrens, 2001)

Bunlara ek olarak, "geçici bileşen" beşinci madde sayılabilir. Basit hücresel otomata, sadece bu elemanların sınırlı miktarda konfigürasyonunu sunabilmektedir. Kentsel hücresel modellerde devamlı olarak bu yapı değiştirilerek kentler daha gerçekçi bir

biçimde betimlenmeye çalışılmaktadır. Dönüşüm kuralları da, hiyerarşi, kendini yenileme, olasılık ifadeleri, kullanım maksimizasyonu, erişilebilirlik ölçüleri, ağırlıklar, çekim ve benzeri kavramları da içerecek şekilde yenilenmiştir.

### **Kafes yapılar (Lattice Structures):**

Katı hücresele otomata modeli iki boyutlu ve genellikle sonsuz bir düzlem içerisinde düzenli gridlerden oluşan bir yapıdır. Sınırsız bir mekansal düzlem Kentler için gerçekçi bir yaklaşım değildir. Sonuç olarak hücresele otomata, kentsel araştırmalar için çeşitli şekilde kenar etkileri, işleyiş kuralları ile sınırlandırılmıştır.

Kenar etkileri, farklı birim veya sistemlerin sınırları arasındaki etkileşimi tanımlamaktadır ve derin kenetlenmelerle bir araya gelen birbirinden çok farklı yapılar arasında etkileşim artar. Bu durum kırsal alanların kent içine girdiği şehirlerdeki Kır-Kent bütünleşmesinde görülür. Kafes sisteminin düzenliliği de kentsel uygulamalar için problem teşkil etmektedir. Kentteki birçok özellik düzenli olsa da (blok konfigürasyonları, bina cepheleri, kat planları ve birçok yol ağı gibi) büyük bir kısmı düzenli değildir. Bu problemin üstesinden gelmek için, hücresele otomata modellerine daha fazla gerçeklik katılmaya çalışılmış, araştırmacılar katı hücresele otomata biçimciliğinden, düzensiz kafes yapıları da sisteme dahil ederek ayrılmışlardır.

### **Durum-Alan**

Katı hücresele otomata modelinde hücreler kapalı sistemlerdir. Dış etkilere açık değildirler. Dışa bağlantıların yaygın olduğu şehir yapısına uymayan bu özelliği ortadan kaldırmak için, hücre alanı dış etkilere açılarak, dönüşüm fonksiyonları kullanılmıştır. Hücre durumları hiyerarşik biçimde yeniden formüle edilmiştir. Böylece arazi kullanım dinamiklerinde olduğu gibi durum dönüşümleri bu modele yansıtılmıştır. Buna göre kentsel yapı içerisinde belirli yolları izleyerek bir durumdan diğerine sırayla ilerleme eğilimi mevcuttur.

### **Komşuluklar**

Katı iki boyutlu hücresele otomata da iki olası komşuluk konfigürasyonu vardır:

Moore komşuluğu denen, hücre çevresinde kare formu oluşturan sekiz hücreden oluşan grup,

Neumann komşuluğu denen, hücrenin kenarlarına doğrudan bitişik olan dört komşudan oluşan gruptur.

Kentte ise bitişik olan birimler arasında etkileşim olduğu gibi tüm kent ölçeğinde etkileşim içinde olan özellikler de söz konusudur.

### **Dönüşüm kuralları:**

Katı hücresele otomata modelinde en fazla adaptasyon dönüşüm kurallarında olmuştur. Dönüşüm kurallarına dış etkilerin varlığı dahil edilmiştir. Ayrıca olasılık ifadeleri ile modelde formüle edilen diğer kurallara bağlı olarak bir alternatifler kümesi şeklinde dönüşüm olanağı tanınmıştır. Bunlara ek olarak hücrelerin kendini yenileme yolu ile tekrar tasarımı mümkün olmaktadır. Bilgisayar bilimi ve biyolojinin evrimsel prensiplerinin yansımaları olarak geri besleme mekanizması hücresele otomatanın evrim sürecine dahil edilmiştir.

### **Zaman**

Katı hücresele otomata modelinde zaman süreklilik göstermez; sıçramalı bir şekilde ilerler ve hücreler zaman içinde aynı şekilde ve tamamı senkronize bir biçimde evrimleşir. Dönüşüm kuralları her noktaya eşzamanlı olarak uygulanır. Daha sonra bu yöntem yinelenerek hücre evrim süreci kısmen sıralı bir hale getirilmiştir (Torrens, 2001).

Hücresele otomatanın sınırlı yaklaşımının kentsel dinamikleri açıklamak için yetersiz olduğu görülmüştür. Kent sisteminin kaba bir sunumuna dahi sadece yaklaşabilen bu metodun önemli ölçüde geliştirilmesi gerekmektedir.

### **• İnsan Merkezli Yaklaşımlar**

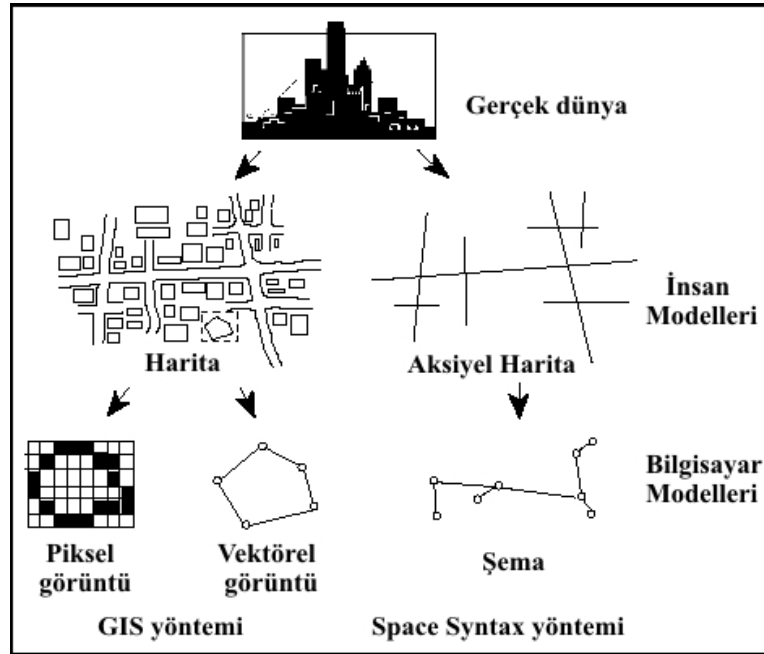
Yaşayan sistemler kuramı ve sosyal sistemler kuramı insan merkezli yaklaşımlara örnek olarak değerlendirilebilir. Yaşayan sistemler kuramı, yaşayan sistemlerin işleyişini, sürdürülebilirlik, gelişme ve evrimini incelemektedir. Yaşayan sistemler açık, kendini organize eden ve -yaşamın özel karakteristiği olan- çevreyle etkileşime girme özelliğine sahip sistemlerdir. Bu etkileşim bilgi, materyal ve enerji değişimleriyle olur (Wilson,1969, Miller,2002).

Sosyal sistemler olarak adlandırılan sistemler, açık sistemlerdir. İç ve dış ilişkiler ile düzenleme süreçleri sayesinde devamlılık sağlarlar. Bu sistemler çevreden etkilenir ve çevreye katkıda bulunurlar. Sosyal sistemler bütünsel bir yapıya sahiptir aynı zamanda daha büyük sistemlerin parçasıdır ve bileşenleri aynı zamanda diğer sistemlerin de bileşenleri olabilir. 1970 sonu ve 80 başlarında sosyal sistemlerin mühendislik ve diğer kantitatif odaklı sistemlerin katı yapısından farklı olduğu görülmüştür. İnsani/ sosyal sistemler, doğal ve mühendislik sistemlerinden farklıdır. Sosyal aktivite sistemleri insan algısı tarafından yönetilir. İnsan aktivite sistemlerinin tek bir ölçüm yöntemi yoktur sadece olası değerlendirme kümesi vardır. Sosyal sistemlerde her problem diğerleriyle ayrılmaz bir şekilde ilişkilidir. Bir otoyolun

inşasındaki bir teknik ulaşım problemi; ekonomik, çevresel ve politik konulardan etkilenebilir. Sosyal sistemlerde mikro ve makro süreçler arasında kompleks bir bağ vardır ( Dendrinos, 1992, Miller, 2002).

- **Yerleşimlerin fiziksel yapısına ilişkin yaklaşım ve modeller**

Hücresele Otomata yöntemiyle, kentsel fonksiyonların birbirleri ile etkileşerek kent formunu oluşturma süreçleri incelenmektedir. Hücresele Otomata, fonksiyonların gelişimiyle kent bütünü ölçeğinde gelişimi incelerken, daha alt ölçekte Fraktal geometri, space syntax yöntemleri mekanın fiziksel yapısı ile kullanıcı aktivitelerini bütünleştirmeye yönelik olarak kullanılan yöntemlerden ikisidir. Space syntax yöntemi ile aksiyel haritalar hazırlanarak yaya hareketi organize edilmeye çalışılır (Şekil 2.3) (Jiang ve Claramunt, 1999).



Şekil 2. 3 Bilgisayarla mekan ve hareketin modellenmesi (Jiang ve Claramount, 1999)

Klasik Öklid geometrisinin mimari ve sanattaki yansımaları olan Bauhaus akımı ve Joseph Albers'in renkli karelerinde görülen minimal, düzenli geometrik karelerin kentsel mekana katkıları tartışılmaktadır. Seagram Binası gibi blok halinde gökdelenlerin kentsel mekan açısından olumsuz yönleri görülmüş, insanlar Almanya'da Bauhaus tarzında inşa edilen apartman blokları terk etmeye başlamışlardır. Mandelbrot'a ve onun izinden gidenlere göre bunun nedeni gayet açıktır: Basit şekiller doğanın kendini organize ediş biçimiyle yada insanın dünyayı algılayış biçimiyle aynı dalga boyunda değildir. Düzgün geometriler, kompleks sistemler için yaşamsal olan süreçlerin devamlılığını olumsuz etkilemekte,

etkileşimlere kapalı yüzeyler oluşturmaktadır (Peitgen ve diğ. , 1993, Gleick, 1997, Salingaros, 2000).

Basit geometrik bir şeklin; bir ölçeği, kendine özgü bir büyüklüğü vardır. Mandelbrot'a göre, insanın gözünü okşayan sanatta ölçek yoktur; yani, içerdiği önemli unsurlar her büyüklükte olabilir. Mandelbrot, Seagram Binasına karşı, Beaux-Arts'ın heykelleri ve çörttenleri, köşe taşları ve söve taşları, oymalı kıvrımlarla süslenmiş sütun başlıkları, üstü saraklı ve kenarları çentikli saçak silmeleri ile bezenmiş mimarisini örnek göstermiştir. Paris Opera binası gibi bir Beaux-Arts şaheserinin ölçeği yoktur, çünkü bütün ölçekleri içermektedir. Binaya hangi uzaklıktan bakılırsa bakılsın mutlaka bazı ayrıntılar bulunmaktadır. Yaklaştıkça bu ayrıntıların kompozisyonu değişir ve yapının yeni elemanları görülmeye başlar (Gleick, 1997).

## **2.2 Yerleşmelerde Mekan Zenginliğinin Zaman İçindeki Dönüşümü**

Mekansal özellikler farklı çevresel ve kültürel değerlere bağlı olarak çeşitlilik göstermekle birlikte zaman içerisinde de değişim göstermektedir. Mekansal yapıdaki bu değişim sürecini iki temel döneme ayırmak mümkündür:

- i. sanayi devrimi öncesi,
- ii. sanayi devrimi ve sonrası

Bunun nedeni sanayi devriminin sadece üretim tekniği ve teknolojiye gelişmelerden ibaret olmayıp, yeni bir mekan ve yaşam anlayışını beraberinde getirmesidir. Sanayi öncesi dönemde üretimde insan gücü faktörünün ön planda olması, ürünün niteliklerine, üretim tekniğine yansımaktadır. Üretim miktarının sınırlı olması aynı zamanda hataların da sınırlı bir alanı etkilemesi ve ulaşım teknolojisinin henüz yeterli düzeye ulaşmamış olması yerleşmeler arası etkileşimin daha az olmasına neden olmuş, böylece yerel özelliklerin korunması mümkün olmuştur.

Sanayi devrimi ve sonrasında ise üretim tekniğinin gelişmesi ve seri üretim, tüm ürünlerde olduğu gibi mekan üretiminde de standartlaşmayı beraberinde getirmiş, gelişen ürün ve yöntemlerin tüm dünyayı etkileme süreci de hızlanmıştır. Verilen bir kararla üretilen çok sayıdaki ürün, uzun dönemli sonuçları görülünceye kadar zaten büyük oranda yayılmış olacağından yapılan hataların düzeltilmesi ilk döneme oranla daha güç olacaktır.

Bu durum için modern kentler örnek olarak verilebilir: Yapı üretim tekniğindeki gelişmeler ve kentin de bir makineymiş gibi algılanması tüm dünyaya hızla yayılmış ve mevcut doğal, sosyal, kültürel, ekonomik verilerden bağımsız olarak benzer ve

bazen de aynı yapı ve açık alan düzeni tüm yerleşmelerde uygulanmaya çalışılmıştır.

Şehirlerin evriminde belirginleşen süreçleri Vance şu şekilde sınıflandırmıştır:

- i. Kentsel deneyim evreleri tarihin kronolojik zamanından çok yerleşimin fonksiyonel yaşamı ile ilişkilidir.
- ii. Dönemler zaman koridorunda değiştiği halde, kentin fiziksel özellikleri devam etme eğilimindedir. Bir kere kurulduktan sonra kent asla geçmişini reddedemez.
- iii. Kentlerin evrimi esnasında tek tek fonksiyonlar değişerek evrim süreci boyunca değişim sürer.
- iv. Fonksiyonlardaki değişim kentin fiziksel yapısına uyum sağlamak durumundadır ve adaptasyon süreci kentin dikkate değer bir yönüdür.
- v. Adaptasyon sadece kentin fiziksel yapısı ile ilgili değildir, aynı zamanda fonksiyonun form üzerinde serbest etkisi yerine iki taraflı dönüşümü ifade eden form ve fonksiyon arasında sonsuz bir uzlaşma sürecidir.
- vi. Tarih boyunca kentlerin genişleme konusunda hassas oldukları ve büyüme esnasında Roma devletinin çöküşünde olduğu gibi felaketlerin temel kesinti nedeni olacağı görülmektedir.
- vii. Sürekli büyüme yönündeki eğilim kentlerin morfolojik ve fonksiyonel dinamiklerinden kaynaklanan bir özelliktir.
- viii. Dinamizm birbiri ile ilişkili iki sürecin çalışması yoluyla ifade edilir, bunlar form ve aktivitelerin birleştirilmesi ile form ve aktivitelerin birbirinden ayrılması süreçleridir.
- ix. Fiziksel olarak büyüyen kent içerisinde, gittikçe artan kompleks yapı; çeşitli şekillerde bir araya gelen bina, kamusal alan ve aktivitelerin arasında bağlantıların varlığını gerektirmektedir.
- x. Kentin evrimsel doğası sadece form ve fonksiyona değil, kentin fiziksel yapısının üçüncü önemli bileşeni olan bağlantılara da bağlıdır (Vance, 1990).

Buradan kentlerin evrim sürecinde ilk kuruluş koşullarının etkisinin devam edeceği, bununla birlikte beklenmeyen dış güçlerin kent gelişiminde önemli etkileri olabileceği anlaşılmaktadır. Ayrıca kent dinamizminin bütünleşme ve düzenli sistem oluşumu ile ayrılma ve düzensizlik artışı gibi iki süreci bir arada barındıran bir yapısının olduğu,

kentin kompleks yapısında gerek fonksiyonel ve gerekse fiziksel yapı bileşenleri arasındaki bağlantıların büyük öneme sahip olduğu sonucu çıkarılabilir.

### 2.2.1 Sanayi Devrimi Öncesi Mekansal Yapı

İlk yerleşmelerden sanayi devrimine kadar olan süreçte kentlerin gelişimi sanayi devrimi sonrasında göre daha yavaştır ve kentler nüfus olarak günümüz kentlerine göre oldukça küçüktür. Örneğin, M.Ö 600 yılında kurulan Çatalhöyük sulu tarıma geçtikten sonra 8-10.000 dolayında nüfusa erişmiştir. M.Ö 1000 de Atina en büyük meydanının alabileceği insan sayısı dikkate alınarak 5000 nüfuslu olmasına karar verilmiştir. Tablo 2.1'de görülen bazı önemli kentlerin sanayi devrimi öncesi ve sonrası nüfusları sanayi devriminin etkisinin anlaşılmasında yararlı olacaktır:

Tablo 2.1. Sanayi devrimi ve Sonrası Nüfus Değişim Örnekleri

Kent	Nüfus (1850).	Nüfus(1890)
Londra	2.30 milyon	4.20 milyon
New York	0.66milyon	2.0 milyon
Paris	1.10 milyon	2.50 milyon

Morfolojik açıdan Organik ve planlı olmak üzere iki farklı kentsel gelişim sistemi vardır. Organik-kendiliğinden gelişen yerleşmeler daha yavaş ve bireysel veya küçük grupların etkileri ile gelişir. Diğer yandan planlı yerleşmelerin gelişmesi toplumun önemli kesiminin kararlarını temel alır. Modüler, önceden tasarlanarak üretilen doku, grid sistemin uygulandığı, açık, ortogonal bir şekilde oluşan düzendir. Birçok şehirde iki tarz çeşitli oranlarda bir arada bulunur. (Vance, 1990).

Organik Yerleşmeler:

Zaman içinde kendiliğinden gelişen yerleşmeler, ekonomi tarihçilerinin ifadesiyle, geometrik belirleyici kuvvetlerden çok, tarihsel gelişim sürecinin önemli olduğu kapalı politik-ekonomik alan içerisinde ortaya çıkmıştır. Organik şehirlerin evrimi küçük ölçekte bireysel kararlar yolu ile gelişir.

Geleneksel yerleşmeler organik bir yapıya sahiptir. Bu sadece serbest geometrilerinden kaynaklanan bir adlandırma değildir. Geleneksel kentlerin organizmalarla benzer özellikler olan kendini yönetme, içten organizasyon ve bütünsel büyüme gibi özellikler taşımalarından kaynaklanmaktadır. Gelecekteki büyüme başlangıçta bütünlük sağlayıcı kuvvetler tarafından belirlenmiştir. Bütünsel büyüme süreçleri; parça parça büyüme ve parçalı karakterin bütünsel büyümeye

katkıda bulunmaması, kaotik bir sürece götüren bağımsız hareketlerin varlığı, bütünün öngörülemezliği özelliklerini de kapsamaktadır (Alexander,1987).

İnsan aktiviteleri, zeminden doğrudan algılanmayacak olan, planda görsel simetri oluşturan geometrik düzene bağlı değildir. Güçlü bir şekilde ve başarılı olarak bütünleşen kentsel çevreler havadan genellikle düzensiz görünmektedirler (Gehl, 1987).

Bununla beraber herhangi bir şey bütün olarak büyüyor ise bütünlük; özünde, başlangıcında sahip olduğu bir özelliktir ve gelişimini ve sürekliliğini yöneten bir unsurdur. Bütünlüğü sağlayan iç yasalar evrim sürecinin sonraki adımlarını etkiler.

Planlı Yerleşmeler:

Grid sistem, planlı gelişim tarihinde en bilinen yapıdır. Sadece grid sistemin olduğu yapılar yanında grid ve organik sistemin bir arada olduğu örnekler de yaygındır ve bu örnekler geleneksel yerleşmelerin endüstri devrimi sonrası gelişimi sonucu ortaya çıkan dokuyu yansıtır. Grid sistem Mezopotamya'da gelişen ilk yerleşmelerde nil nehri taşkınları gibi doğal olaylara karşı mülkiyet sınırlarının korunması için uygun bir yöntem olarak benimsenmiş, daha sonraki dönemlerde de mülkiyet ile ilgili ticari işlemlerin kolaylaşmasına yardımcı bir araç olarak kullanılmıştır ( Kostof, 1991, Arû, 1998).

İki farklı kentsel sistem örneğinde incelenen temel unsurlar; Blokların biçimi, boyutu ve iç organizasyonu, açık alanlar ve dağılımları, kamu binalarının konumlanmaları, ulaşım sistemi, dokunun açık veya duvar gibi fiziksel engellere sınırlanmış olması, kentin dış çevre ve topografya ile ilişkisi olarak gruplandırılabilir (Kostof, 1998).

Geometrik yapısı planlı veya organik de olsa kentlerin evrimini yönlendiren faktörler sadece fiziksel yapıları ile açıklanamaz. Aynı zamanda toplumun sosyal yapısı ve kültürel özellikleri kentsel dokunun gelişimini etkiler. Bu açıdan düşünülürse her toplumun kendi sosyal kodlarının olduğu ve zamanla evrimleşen sosyal kodların toplumun yaşam tarzını yansıttığı kabul edilebilir. Sosyal kod, gelenekler ve yasalar özellikle organik dokunun evriminin temel belirleyicilerindedir.

Farklı geometrik yapılar etkileşim açısından değerlendirilirse yine iki ayrı grupta değerlendirilebilir:

- i. Çevre ile etkileşimi minimize eden, düzgün sınırlara sahip, maksimum alanı minimum sınırla çevreleyen geometriler. Üçgen, dörtgen, çokgen ve daire şeklinde düzlemsel geometriler ve üçgen prizmadan küreye doğru değişen üç boyutlu geometriler düzgün sınırlarıyla gittikçe daha çok alan veya hacmi

daha az çevre veya yüzeyle sınırlayarak dışarı ile etkileşimlerini azaltma özelliğine sahiptirler.

- ii. Etkileşimin maksimizasyonu ve bağlantıların güçlendirilmesini sağlayan kıvrımlı, pütürlü, boşluklu sınırlara sahip geometriler: Bu tür sınırlar etkileşim yüzeyini artırarak veya açıklıklar yolu ile farklı birimler arasında görsel, fiziksel, vs. bağlar kurma alternatifleri sunarak aktiviteleri destekler. Boşluklu yüzeyler veya kıvrımlı yüzeyler aynı zamanda iki fraktal arayüz türüdür (Salingaros, 2000).

Savunma amacı ile daha çok konut barındırma kapasitesi yanında en az sur inşaatı gerektiren dairesel form hem kısa sürede ve daha az malzeme ve işçilikle inşa edilebilirlik açısından uygun, hem de olası bir tehlike anında kontrol edilmesi gereken ve dışarı ile etkileşime geçen yüzey miktarını azaltmak açısından avantaja sahiptir. Barutun icadı ile savunmanın boyutu değişmiş top sayesinde dış güçlerle etkileşime geçebilme avantajı kent sınırlarına da hareketlilik ve çıkıntıların oluşması şeklinde yansımıştır.

Kent içi strüktür ise kente dışarıdan gelen güçler için kısa sürede anlaşılmasını güçleştirici ve yaşayanlar için ise çeşitli alternatifler sunma özelliklerini bir arada bulunduran kompleks bir yapıya sahiptir.

Grid sistem ise Priene ve San Fransisco'da olduğu gibi düzensiz topografyaya sahip kentlerde, zemin seviyesinin (z eksenini). sert x-y gridiyle karşılanması yoluyla entropi azaltma tekniği olarak kullanılmaktadır (Klinger, 2000).

### **2.2.2 Sanayi Devrimi ve Sonrası Mekansal Yapı**

Günümüz kentlerinin temeli sanayi devrimiyle atılmıştır. Sanayileşmede buhar gücünden yararlanma kentlerin gelişmesini etkileyen en önemli unsurlardan biridir. Raylı sistem ve otomobilin gelişimi ile kentler hızla gelişmeye başlamıştır.

#### **• Sanayi Kentleri**

Sanayi devrimi ile yeni bir toplum modeli ortaya çıkmıştır. Sanayi ile gelen bu değişim ve dönüşüm sürecinde dört süreç büyük önem taşımaktadır:

- i. Doğum oranlarındaki artış ve ölüm oranlarındaki azalma ve şehirlere göçün beraberinde getirdiği nüfus artışı
- ii. Daha büyük nüfus kitlelerini destekleyecek üretim artışını sağlayan teknolojik ilerleme

- iii. Yeni kaynak kullanımı, iletişim ve artan şehirleşme kalıplarının getirdiği toplumun yeni bir mekansal düzene girmesi
- iv. Yeni bir şehrsel çevre olarak sanayi şehrinin ortaya çıkışı(Tümertekin, Özgüç,1997, Harvey, 1997).

- **Modern Kentler**

Sanayileşme ile başlayan seri üretim ve uzmanlaşma belirli insanların ürettiği ürünlerin toplum tarafından tüketilmesi mantığını yaygınlaştırmış, seri üretim daha ekonomik olduğundan insanların kendi ihtiyaçlarını karşılamak için hazır ürünlerden faydalanmaları benimsenmiştir. Fakat bu süreçte iki problem bulunmaktadır:

- i. Mevcut ürünler özel durumlar haricinde kullanıcı özellikleri detaylı olarak bilinmeden üretildiği için insanların farklılaşan ihtiyaçlarına tam anlamıyla cevap verememektedir.
- ii. İnsanlar küçük çapta üretimler şeklinde de olsa üretime katkıda bulunmamakta, tamamen tüketici bir toplum haline gelmektedir.

Yaşamın tüm alanlarında olduğu gibi konut üretiminde de benzer sorunlar yaşanmaktadır. Bunlar üç ana başlık altında gruplanabilir:

Üretim tekniği :

Yapı sektöründe seri, hızlı ve ekonomik üretim yapılmakta, ürün kullanıcıya genellikle tamamıyla bitmiş halde teslim edilmekte; kullanıcı da herhangi bir bireysel etkisi olmadan bu mekanlarda yaşamakta, tasarımcı tarafından belirlenen optimum ihtiyaçlara göre üretilmiş mekanlara uyum sağlamaya çalışmaktadır. Prefabrik üretimin gelişmesi ile yapının gittikçe daha fazla parçası önceden üretilmekte ve standartlaşmaktadır.

Kullanılan malzemelerin özellikleri :

Kullanılan malzemeler genellikle yapay malzemeler olmakta, doğal malzemeler de birçok işlemle geçirilerek kullanılmaktadır. Bu nedenle yapıda değişiklik, yenileme yapmak uzmanlık konusu olmakta, yapıda ihtiyaca göre değişiklik yapmak basit bir işlem olmaktan çıkmaktadır. Ayrıca yapının ömrü de artırılmış olduğundan belirli aralıklarla boyama dışında kullanıcının yapıya bir katkısı olmamaktadır. Geleneksel malzemeler ise hem sık sık bakım gerektirdiğinden hem de zaman içerisinde değişikliklere açık olduğundan kullanıcı yapıyla sürekli etkileşim halindedir bu nedenle kullanıcının yaşadığı mekanı benimsemesi mümkün olmaktadır. 19.yy. Geleneksel üretiminde ağaç, taş, alçı, bronz, kurşun, terakota ve çeşitli boyalar

kullanılmaktadır. Bugün ise binalar çelik, alüminyum, cam ve betondan üretilmektedir ve bu malzemelerin hiçbiri elle şekillendirilemez. II.Dünya savaşından sonra bulunan ve tüm alanlarda kullanılan plastik malzemeler malzemelerdeki çeşitliliği ve malzemeler arasındaki bütünleşmeyi büyük oranda azaltmıştır (Crosby, 1967, Alexander, 1977, Bevin, 1994).

Uzmanlaşma:

Uzmanlaşma nedeni ile yapı genelinden en küçük mobilya tasarımına kadar her şey belirli standartlara uygun olarak uzmanlar tarafından tasarlanmakta ve üretilmektedirler. Bu nedenle kullanıcı, ihtiyaçlarını karşılamak için tasarlamak ve üretmek yerine, kendi ihtiyaçlarına cevap verme potansiyeli en fazla olan alternatifi satın alarak problemi çözmeye çalışmaktadır.

Modernizm, hiyerarşi ve kompleksliğin bir arada olduğu yapılar yerine sade formları tercih etmiştir. Birbirine bağımlı fonksiyonları birbirinden ayırmıştır. Bu türden mimariyi de tamamen irrasyonel olmasına rağmen rasyonalist olarak adlandırmıştır. İnsan ve doğanın kompleks yapısını reddetmiş ve bunun yerine, basitleştirme mantığını tercih etmiştir.

Modernist dönemin karakteristik doktrinlerini yansıtan başlıca örnekler, Frank L. Wright'ın Broadacre City Projesi, Le Corbusier'in Ville Radieuse ve 3 milyon kişilik şehir projeleri ile Walter Gropius'un Alman okulu'dur ( Gutheim, 1969, Broadbent, 1990 ).

Relph'e göre, modern şehirselleşme beş temel özelliğe sahiptir:

- i. Büyüklüğün, birkaç caddeden birden girişi olan, çok az mimari ayrıntıya sahip mega yapılarla mekana yansımaları
- ii. Dümdüz mekanlar: gökdelenlerin meydana getirdiği şehir merkezi kanyonları, sonsuz banliyö manzaraları.
- iii. Akılcı bir düzen: Görünümdeki sıkıntı verici, topyekün düzenlilik.
- iv. Sertlik ve donukluk: Taşıt yollarının her yeri kaplaması ve doğanın ortadan kaldırılmış olmasıyla ortaya çıkan görünüm.
- v. Otomobilin egemenliğinin beraberinde getirdiği geniş alanlara yayılma sonucu sürekliliği olmayan bir dizi şehirselleşme vizyon (Relph, 1976).

Başarılı büyük ölçekli kentsel elemanlar zengin iç kompleks yapı sunar ve birbirleri ile büyük oranda bağ kurarlar (Jacobs, 1961). Benzer fonksiyonların yoğun bir şekilde bir arada bulunduğu net sınırlara sahip alanlar birleştirilemezler. Bu durumda

geçiş zonu olarak görev yapacak alt strüktürlere gereksinim vardır. Günümüzde iki veya üç farklı yüksek yoğunlukta fonksiyon içeren alanın bir arada kullanılmasının sakıncaları görülmektedir. Otoyol kenarındaki dev ofis binaları, çok büyük otopark alanıyla bir arada bulunan alışveriş birimleri, Konut alanı yanından geçen yoğun bir üst kademe yol, çok büyük ve homojen yeşil alanlar içerisindeki yüksek katlı konut blokları bağlantı kurulmasını zorlaştıran kentsel alanlardır. Bu durumun kentsel yaşama yansması, yayalar ve özellikle çocuk ve yaşlıların hareketini kısıtlamak ve engellemek şeklinde olmaktadır (Elkin, ve diğ. , 1991).

Modern kentlerde bu tür problemlerle sıkça karşılaşılmaktadır. 1949 yılında Hollanda CIAM grubu tarafından yapılan Rotterdam Pendrect bölgesi planı şehircilikteki modern görüşün mekana yansmasını açıklamak için örnek olarak verilebilir. Plan, Yatay mahalleler olarak adlandırılan birimlerin tekrar yolu ile üretilmiştir. Yatay mahallelerden her biri 3 ve 4 katlı iki tane uzunlamasına yatay blok grubundan meydana gelmiştir. Her grupta ayrıca üç adet altı katlı blok düşünülmüştür. Büyük ikametgah blokları Doğu-batı aksında, küçük tek aile konutları Kuzey-güney aksında ve oturma hacimleri güneyde bulunan bahçeye yönlendirilmişlerdir. Sekiz ila on yatay mahalle ile bir düşey ikametgah binası bir komşuluk ünitesi oluşturmaktadır. Bu anlamdaki beş komşuluk ünitesi ise bir şehri meydana getirmektedir. 1951 yılında planlama tekrar ele alınmış, ancak sadece mahalle sayıları, yoğunluk değerleri değiştirilmiş kentsel mekana aynı bakış açısı devam etmiştir. Mahalle adı verilen birimlerin çevre ve kullanıcı değişiminden bağımsız olarak tekrarıyla yerleşimler tasarlanmıştır (Jöedicke, 1966).

Gropius tarafından 'yeni bir stil değil, bütün olası stillerin aşılması' olarak tanımlanan; mükemmel sandalyenin yada ideal kentin tasarlanabileceğini savunan modernizm, postmodernlerce, bitmiş bir mükemmellik, netlik ve çelişkisizlik arayışı olarak eleştirilmiştir. Sonuçta, hayali bir modern insan tanımını esas alan modernizm, postmodernlere göre sadece çirkin çağdaş kentler, beton bloklar ortaya çıkarmıştır. Örneğin Leon Krier'ye göre modernizm 'çirkinlik, zavallılık ve kamu alanlarının yitirilmesi'ne yol açmıştır (Krier, 2002 ). Modernizm döneminin en çok eleştirilen yanı kent anlayışı olmuştur. Bu dönemde mimar ve plancılar kendi toplum modellerine göre insan kitleleri yaratmak için, kentler yerine işlevlerine göre belirlenmiş bölgeler inşa etmişlerdir. Kent, tamamıyla zihinde kurulabilir, müdahale edilebilir bir nesne haline gelmiştir. Le Corbusier, kenti 'işlevleri ve verimliliği söz konusu olan bir makine' olarak tanımlamaktadır. Tahribat ve kimlik kaybına yol açtığı öne sürülen modern mimarlığın bir örneği olan -Minoru Yamasaki tarafından tasarlanan- St. Louis, Missouri'deki Pruitt-Igoe konutlarının 1972'de dinamitlenerek

yıkılması, postmodern anlayışa göre modernizmin öldüğü gün olmuştur (Lyotard, Jameson, Zeka, 1990, Bevin, 1994, Hoffman,2003). (Şekil 2.4).



Şekil 2.4 Pruitt-Igoe Konutlarının yıkılışı (Hoffman,A.<http://www.soc.iastate.edu>)

#### • Postmodern Kentler

1960'lı yıllarda sosyal bilimler, mimari ve planlama alanlarında işlevsellik ve modernizmin evrensel niteliğine karşı kuramsal görüşler geliştirilmiştir. Modernizm döneminde ihmal edilen yerel değerlerin yeniden değerlendirilmesi gerektiği üzerinde durmuşlardır.

Postmodernizm, modernizmin karşısında olmasına rağmen modernizmin hatalarını devam ettirmiştir. Postmodern anlayış, organize edilmiş komplekslikten kaçınmaktadır. Dekonstrüktivizm ise organize olmayan komplekslik ve kaos üretmiştir. Kaos teorisinin açıkça kaotik olan durumlardaki düzenli patternleri ortaya çıkarma amacı yanlış anlaşılmıştır.

Postmodernizm, modernizmin açık alanlarla çevrili izole yapılar ve tüm dünyaya yayılan seri üretimle standartlaşma gibi iki önemli probleme çözüm üretmeye çalışmaktadır. Modernizmin evrenselleşme hareketine karşıt olarak, bölgesel, yerel ve tarihsel değerler, kent altkültürlerinin çeşitliliği kavramlarıyla birlikte gelişmiştir. Bunun sonucunda oluşan postmodern şehir görünümleri modern kentlere göre daha ayrıntılıdır; Farklılık, çok kültürlülük, çeşitlilik içerir. Modernizmin katı üretim tenkniğinin beraberinde getirdiği kullanım problemlerine karşı olarak Nikolaas Habraken'in da yaptığı gibi, kullanıcı katılımına olanak veren açık, esnek tasarım yöntemi geliştirilmiştir (Ellin, 1999).

Postmodernizmin temel elemanları Relph tarafından şu şekilde sınıflandırılmıştır:

- i. Tarihi kentlerdeki mekanların yeniden değerlendirilmesi
- ii. Yapılarda ince işlenmiş önyüzler: Yayalar için, zengin ayrıntılara sahip ve genellikle eski görüntüsü verilen cepheler
- iii. Modaya uygunluk

- iv. Yerel olanlarla yeniden kurulan bağlantı
- v. Yaya ve otomobilin birbirinden ayrılması (Relph, 1976).

### **2.3 Yaşantı zenginliğini arttıran mekansal özellikler**

“Yaşantı” kavramı yaşanan olayların zaman ve mekanla ilişkisini, temel yapısını açıklar; ancak bu temel yapılar tek taraflı olarak ne nesneden, ne de öznedenden kaynaklanır. İnsanı içinde bulunduğu çevre ile bir arada ele alan bir kavramdır. Mekan, kendisini oluşturan fiziksel yapı, barındırdığı aktiviteler ve kullanıcıların oluşturduğu anlamların bir araya gelmesi ile oluşan bütündür (Relph, 1976).

Kentsel bütünü oluşturmak için birçok farklı bileşen gerekmektedir. Yaya ve taşıt yolları, otoparklar, yeşil alan, konut, ticaret, sanayi alanları ve diğer donatılar bir arada bulunmalıdır. Bu öğelerden birbiri ile kontrast olanlar dahi bir arada ve uyumlu bir şekilde varlığını sürdürmelidir.

#### **2.3.1 Mekanı oluşturan fiziksel yapı**

Yaşantı zenginliği sağlayan mekansal bileşenlerin temel özelliği farklı alternatifler sunmaktır. Fonksiyonla veya mekan geometrisi ile sağlanabilen bu alternatifler şöyle özetlenebilir:

- i. Farklı fonksiyonların bir arada bulunması
- ii. Görsel olarak farklı perspektifler sunma
- iii. Hareket olanaklarını artırma (arkadlar, ara geçiş zonları )
- iv. Malzemenin farklılaşması, tekdüzelikten uzaklaşma
- v. Detay kullanımının artırılması (Bentley ve diğ. , 1985, Salingaros, 2000).

Bu uygulamalarda elde edilmek istenen, aynı ölçekte ve ölçekler arası bağ oluşturma, bağlayıcı geçiş elemanları oluşturma, kullanıcıya zengin alternatifler sunmaktır.

Günümüzde ortadan kaldırılan geleneksel elemanlar arasında en önemli kayıp, kapalı ve açık mekanları birleştiren geçiş elemanlarıdır. Hellenistik stoa, Roman portiko, tente altındaki alışveriş birimleri çeşitli koşullar altında farklı olanaklar sunan bağlayıcı elemanlardır. Bu tür elemanlar olmadığı taktire iç-dış mekan geçişi ani olmakta ve bağlantı kaybolmaktadır.

Büyük ölçüde kaybolan diğer bir grup eleman ise yaya çevresi ve diğer ulaşım sistemleri ile olan etkileşimi sağlayan kompleks arayüzlerdir. Patikalar, kaldırımlar, alçak duvarlar, arkadlar, kolonlar, yarı kapalı yürüme yolları, üzeri kapalı otobüs

durakları, ağaçlı bulvarlar, küçük yeşil alanlar, bugün geçmişe aykırı bir şekilde ele alınmış, günümüzün otomobil kentinde yok edilmişlerdir. Bazen bu öğeler tekrar görünseler de, yapılan çok seçici bir şekilde sadece geçmişten birer alıntı yapmaktan öteye gitmemektedir ve bu öğeler asla kent bütününe entegre olamamaktadır.

Geleneksel kentler fraktal arayüzler tarafından karakterize edilir. Fraktal arayüzler bina kütleleri ile açık alanları bağlayan elemanlar olarak kentsel bütünlüğü sağlayan kuvvetler ve aktiviteler için katalizör görevi üstlenmektedirler. Bir bölgeyi diğerinden ayıran devamlı bir çizgi veya düzlem şeklinde sınırlar yada kenarlar, yaşayan kentlerde bir kural olmaktan çok birer istisna olarak değerlendirilmelidir. Başarılı bir kentsel arayüz karşılıklı alışverişe olanak veren boşluklu, geçirgen bir membrana yada kıvrılarak giden bir nehrin plandaki halini andıran katlanmış bir perdeye benzemektedir. Arayüzler iki gruba ayrılabilir:

Birincil tip arayüzler süzgeç veya elek gibi geçirgen bir yapıya sahiptirler. Yüzey boşluklarla dolu olacak şekilde gerilmiştir. İkinci tür arayüzler bir hacmi dolduracak şekilde katlanmış yapılardır. Minimum ayrımı temsil eden düzgün bir düzlemin aksine, kolonlar, arkadlar, sıraevler geçirgen membrana benzer fraktal yüzeylerdir. Bu tür geçirgen yüzeyler araçlar gibi diğer elemanların ayrımını korurken, yaya hareketi gibi serbest fiziksel harekete izin verirler.

Diğer arayüzler ise katlanma yolu ile oluşur. Geçirimsiz yapı kenarları birleştikleri mekanla uyumlu davranarak çift oluşturur. Katlanma yöntemi ile insan aktivitelerinin orada meydana gelmeyi tercih edeceği daha büyük etkileşim alanı sağlanır. Fraktal arayüzler, yapıyı açık mekana bağlar ve iki bölgeyi bağlayan alt ölçekteki etkileşim kuvvetlerinin doğrudan sonucudurlar. Gecekondu alanları, plansız gelişen yerleşmeler ve geleneksel yerleşmelerdeki kentsel arayüzler fraktal geometri üretmektedirler (Trippet, 1994, Salingaros, 2000).

Kentsel arayüzlerin fraktal doğası üç ayrı başlangıç noktasında birbirinden bağımsız olarak işlemektedir:

- i. Arayüzün kenarlarındaki bağlarla, bölgeler arasındaki geometrik bağlantıyı maksimize etmek,
- ii. İnsan etkileşimlerini hızlandıracak bir çevre sağlamak,
- iii. Kullanıcının duymasal bağlantı ihtiyacının giderilmesi

Birbirini tamamlayan bu üç süreç, geçirgenlik ve hareketli yüzeylerle aynı seviyede ve farklı ölçekler arasındaki etkileşimi artırırken, mekan zenginliğine katkıda

bulunarak kullanıcı ile olan bağları da güçlendirirler. Yaşayan şehirlerde, bütün kent bileşenleri, ölçekler arası hiyerarşi tarafından tanımlanan alt elemanların bileşiminden oluşur. Yaklaşık olarak aynı büyüklükteki birbirini tamamlayıcı elemanlar bir üst ölçek düzeyindeki elemanı oluşturmak üzere güçlü bir şekilde birleşirler. Farklı tipteki bağlantılar farklı boyuttaki elemanları bağlar. Böylece her eleman diğerleri ile bağlanmış olur. En güçlü bağlantılar yerel olanlardır. Farklı ölçeklerdeki elemanlar ve farklı modüller arasındaki bağlantılar daha zayıftır. Kentsel elemanların temel fonksiyonları yanında, doğrudan bağlanmayan elemanlar arasında bağlantı kurmak gibi ikincil görevleri de vardır.

Yapılan araştırmalar sonucunda belirlenen, kentsel mekanda bağlayıcı özellikleri ile mekan zenginliği sağlama potansiyeline sahip elemanlardan bazıları şunlardır:

**Geçit ve Avlular:** Yapı bloklarının kapalı bir form oluşturacak şekilde bir açık alanı çevrelemesiyle avlular, avlular arasında geçiş olanağı sağlanması ile geçitler oluşur. Çok amaçlı mekanlardır. Kentin yoğun trafiğinden uzaklaşma mekanı olarak ferahlama alanları niteliğine sahiptirler. Kentin kullanım alanını artırırlar. Birinden ötekine geçit vererek kestirme yolla erişim imkanı verirler. Ticari birimlerin olduğu alanlarda vitrin uzunluklarını artırarak, yeni perspektifler yaratarak kent yaşamının canlanmasına katkıda bulunurlar. Özel-kamusal arasında bir geçiş elemanı görevi üstlenirler, özel arsalar içine kamusal aktivitelerin engelsizce girişi sağlanarak zemin katlarda fonksiyon zenginliğini artırır. Günümüzde yapılan pasajlarla geçitler benzer yapılardır fakat pasajlar bir sokak veya yolun devamı iken geçitler geride kalan blokların kullanılmasını ve avluların birleştirilmesini sağlarlar. Bu nedenle pasajlarda yolların mimarisi ve dükkan türleri devam ettiği halde üzerlerinin örtülmesindeki amaç iklimsel konfor koşullarını iyileştirerek alışverişi kolaylaştırmaktır. Örneğin Mısır Çarşısı bir pasaj onun civarındaki Yeni Cami Hünkar Mahfili ise bir geçittir. Meşrutiyet ve İstiklal Caddelerindeki geçiş mekanları da akıcı yaya ve taşıt sirkülasyonundan ayrılarak kentin farklı bir açıdan gözlemlenebilmesi için imkan vermektedirler. Corbusier, büyük blokların zemin katlarını boşaltarak devinim özgürlüğü sunsa bile zeminde duraklama veya zemine bağlı konaklama olanakları, avlular ve yollardan oluşan sistem ortadan kalkmış, binalar içerisinde yollar denenmiştir. Sirkülasyon alanına açılan avlularda yoğunluk az ve sirkülasyon yavaşlamıştır. İnsanlar ana sirkülasyon hattını, durağan, güvenli bir mekandan izleme şansına sahiptir (Cullen, 1961, Roland, 1972, Alexander, 1977, Çakıroğlu, 1981).

**Altgeçit-Üstgeçit:** Birbirinden farklı nitelikleri olan yaya ve taşıt sirkülasyonlarının ayrılması için trafiğin trafik ışıklarıyla çözümlenemediği durumlarda genellikle yaya

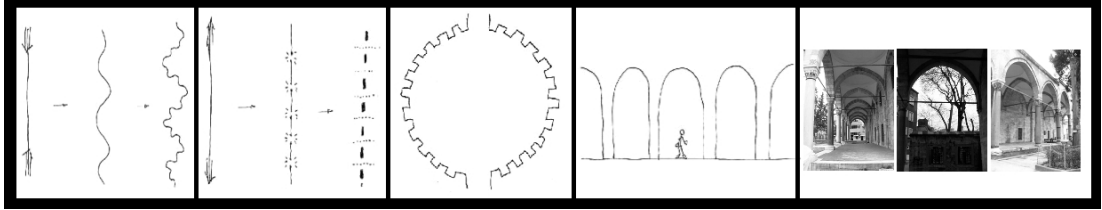
akışının farklı düzlemlere aktarılması tercih edilmektedir. Burada öncelik taşıt trafiğine verilerek yaya akışı ikinci plana itilmektedir. Yapılması gereken aynı düzlemde yaya ve taşıtların birbiriyle uyumlu şekilde hareketini sağlamak olmasına rağmen çeşitli sebeplerle Üst-alt geçit uygulamasına gidilmektedir. Özellikle altgeçitler karanlık, ıssız, mekanlar olduğundan canlandırılması için alışveriş birimleri konulmakta fakat bu da insanların orada oylanması alışveriş aktiviteleri gibi amaçlarla, altgeçitlerin insanları en rahat ve kısa sürede bir noktadan diğerine aktarılmasını sağlama mantığının çelişmesi anlamına gelmektedir. Yaya hareketinin devamlılığını sağlayan, günümüzde ülkemizde kullanılan örneklerden farklı üstgeçit tasarımları kent mekanına farklı perspektifler sağlayabilmektedir (Çakıroğlu,1981).

**Farklı Kotlarda Düzlemler:** Alt kotlar mahremiyet, astlık,kapalılık ve klastrofobi; üst kot seviyesi ise ferahlık, hakimiyet, üstünlük kavramları ile ilişkilendirilmektedir (Cullen, 1961). Çok katlı yapılarda da insanlar farklı kotlarda yaşamakta, bu farklı düzlemlere ulaşımı kolaylaştırmak için teknolojik kolaylıklar getirilse de insanların farklı düzlemlere gitmek için bazı eşikleri atlamaları gerekmektedir ve bu eşikler aksama noktaları olmaktadır. Geçmişte ise bu tür eşikler birbirine zıt alanların bağlayıcıları olarak görev yapmaktadırlar. Örneğin sokak kapısındaki bir eşik özelle geneli ayıran bir mekandır. Taşıt girişini kısıtlayacak şekilde 10cm kadar yükseltilem düz platformlar çocukların oynamak için tercih edecekleri mekanlar olarak bölgelerin canlanmasını sağlarlar. Yol seviyesinden yükseltilemiş yaya yolları sadece çocuk oyun alanları için değil aynı zamanda güvenli bir yaya sirkülasyonu sağlama açısından günümüz otomobil kentlerinde büyük öneme sahiptir. Kentin büyük kısmının görülebilmesini sağlayan büyük kot farkları da mekanı farklı şekilde algılama olanağı sunmaktadır (Alexander, 1977, Ashihara, 1983, Marcus ve Francis, 1998, Moughtin ve diğ. , 1999).

Köprüler de her dönemde nehir, boğaz gibi önemli ayırıcılarla birbirinden ayrılan kent parçalarını birleştiren bağlayıcı eşikler olmuşlardır. Galata köprüsünde olduğu gibi esas bağlayıcılık görevleri yanında alışveriş, dinlenme, eğlenme gibi bireysel ve toplumsal aktivitelerin gerçekleştiği mekanlar haline gelebilirler.

**Arkadlar ve Saçak Altı:** Arkadlar üzeri ve bir kenarı örtülü yapısı ile kullanıcıyı kısmen çevrelerken hem fiziksel hem görsel olarak dış mekanla ilişkiyi sürdüren, kısmen iç kısmen dış mekan olarak değerlendirilen mekanlardır. Pazar alanlarının üstü tentelerle örtülü mekanları gibi iklimsel açıdan kısmen kontrollü mekanlar, bulunan fonksiyonların çeşitliliği ile kent yaşamının en hareketli alanlarından birini oluşturur. Bina önlerindeki saçaklar da yine benzer bir işlev görür. Burada saçakların mevcut fonksiyonlarla ilişkisi de önemlidir. Arkadlı bir yaya yolu kenarında sağır bir

duvar varsa veya başlangıç ve bitiş noktaları mevcut sirkülasyona uygun değilse kullanılması beklenmemelidir. Birçok işlevi bir arada toplayan bir revak, kemer altı, binaların içine doğru bir derinlik kazanır; geride kalan avlular veya bina gruplarınınca geçit sağlanarak görüş derinliği sağlanırsa yaşam zenginliği artırılarak kamusal aktiviteler desteklenmiş olur. Arkadlar insanların binalarla etkileşimini sağlayan arayüzlerdir (Şekil 2.5). (Alexander, 1977, Çakıroğlu, 1981, Bentley ve diğ. 1985).



Şekil 2.5 Fraktal Yapı-Mekan İlişkisi

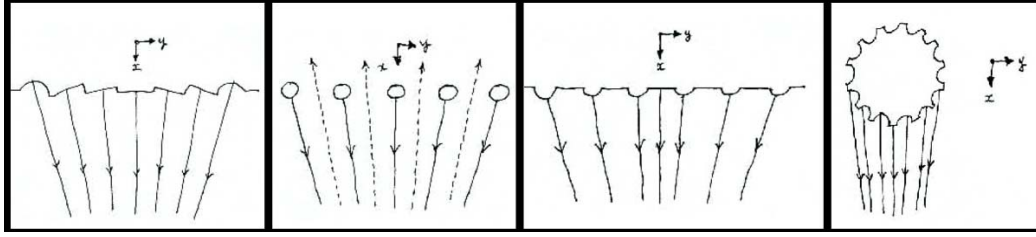
**Yapışkanlık:** Açık alanda konuşan gruplar, vitrin seyredenler, gazete-çiçek satanlar ve benzeri yavaş aktiviteler bu etkiyi yaratır. Dükkan gölgelikleri, arkadlarla çevrilmiş mekan, kıvrımlı yollar, modern kentlerin açık alanlarıyla karşılaştırılınca günümüzde iç ve dış mekanın birbirinden tamamen ayrılmış olduğu, açık-yarı açık-kapalı hiyerarşisinden uzaklaşıldığı görülmektedir (Cullen, 1961).

**Dış odalar ve iç peyzajlar:** İç mekanın açık alan özellikleriyle dış mekana, dış mekanın ise bazı düzenlemelerle iç mekana kısmen benzetilerek daha insani ve güven hissi uyandıracak hale getirilmesidir. Bu çabalara iç mekanda zemin kaplama malzemesi, pencerelerin büyük tutularak dışarıyla bütünleşme çabası, bitkilendirme; dış mekanda ise yarı açık örtüler, aydınlatma elemanları vs. ile sınırlama örnek olarak gösterilebilir. İnsanın konuşulmayan reaksiyonu, mekanın içinde, üzerinde, altında, dışında olma, çevrelenmiş olma veya yarı açık bir alanda serbest durma gibi belirlemeleri ile davranışını yönlendirme şeklindedir (Cullen, 1961, Alexander, 1977).

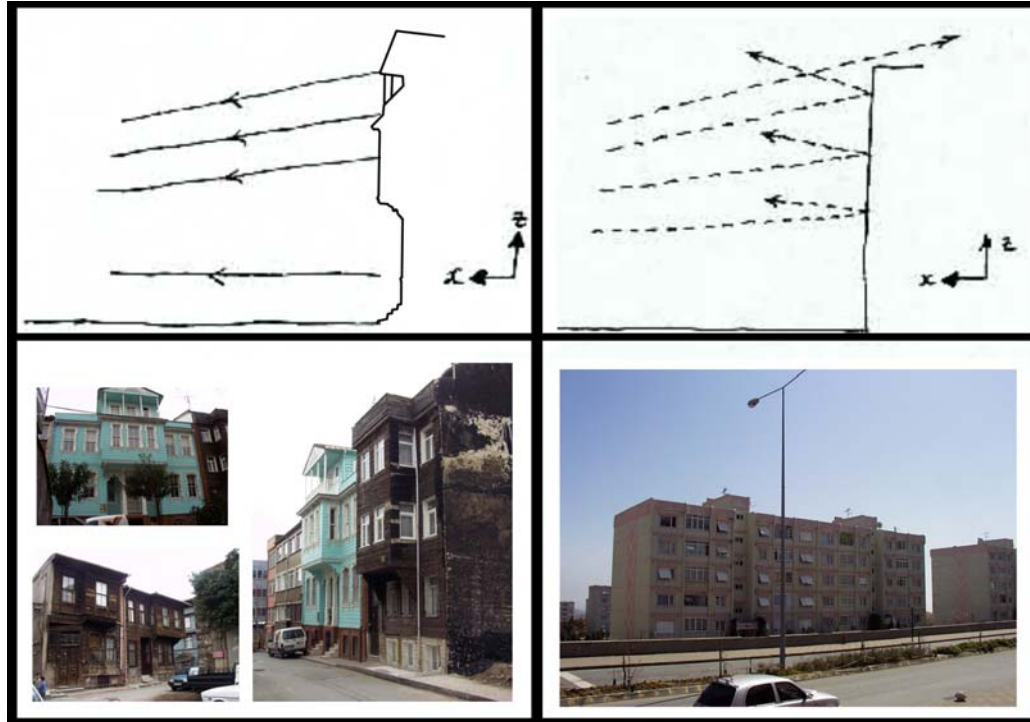
**Doğal elemanlar:** Doğal çevre ile insan karşılıklı etkileşim halindedir. Bitkiler gibi doğal elemanlar çok çeşitli görünümlere sahip olmaları ve farklı zamanlarda farklı görünüm sunmalarını sağlayan değişimleri ile mekana zenginlik katmaktadırlar. Yapıların sert, keskin hatlarını yumuşatarak açık mekanla ilişkisini güçlendirmektedir. Farklı ölçeklerdeki su elemanları da gerek görsel gerekse işitsel olarak mekana zenginlik katabilmektedir (Madanipour, 1996, Moughtin ve diğ. , 1999).

**Giriftlik, Karmaşıklık:** Düz kalıp şeklinde bir blok, grid sistemin perde duvar şeklinde yüzeyleri ölü durağanlığındadır. Girift yüzeyler ise gözleri içine çeker. Amatör

yüzeyselliğine karşıt olarak deneyim ve bilginin getirdiği gerçek profösyöneliğin ürettiği bu mekanlarla farklı boyutlar elde edilir (Şekil 2.6-7) (Cullen, 1961).



Şekil 2.6 Plan Düzleminde Fraktal Yapı-Mimari Eleman İlişkisi (Salingaros, 2000)



Şekil 2.7 Cephe Hareketliliğinin Fraktal Özelliği

**Organik yaya yolları:** Alexander'in belirttiği gibi; yollar, bugün olduğundan farklı olarak sadece geçiş mekanları değil, yaşanan mekanlar olmalıdır. Yolların geometrisindeki nişler, genişleme, daralma şeklindeki değişimler yayalar için duraklama mekanları yaratarak kullanımı destekler (Alexander, 1977).

**Alt birimlere ayrılan mekanlar:** Büyük kamusal aktiviteler için tasarlanan açık alanlar dışındaki mekanların daha küçük alt birimlere ayrılması farklı alternatifler oluşturularak kullanımın desteklenmesini sağlar. Büyük mekanlar; bitkiler, sokak mobilyaları, su elemanları gibi ayırıcılar kullanılarak birbirinden tamamen kopmayan alt birimlere ayrılabilir (Marcus ve Francis, 1998)

**Kat yüksekliklerinde farklılık:** Hem tek bir bina içerisinde hem de farklı yapılarda farklı kat yüksekliklerinin olması monotonluğu kırmaktadır. Kat yüksekliklerinde

farklılık binalarla gökyüzünü ayıran ufuk çizgisinin monoton bir hat olmasını engelleyerek görsel zenginlik sağlar. Aynı zamanda kapalı mekanlarda yükseklik ile mekanın alansal büyüklüğünün orantılı olması önemlidir (Bentley ve diğ. , 1985, Alexander, 1977, Moughtin ve diğ. , 1999).

### **2.3.2 Mekanın barındırdığı aktiviteler**

Aktiviteler ve farklı aktivitelerin bir arada bulunduğu ortamlar, kentsel yaşantı zenginliğinin temel unsurudur. Montgomery'nin kentsel yaşamın oluşum ve gelişiminin sağlanması için ortaya koyduğu koşullar da aynı doğrultudadır:

- i. Gelişme yoğunluğu: birçok öğeden ve aktiviteden oluşan kentsel yaşamda, bu aktiviteler ve öğelerin doğru oran ve yoğunlukta bir araya gelişini tanımlar. Yoğun kullanımlar, çeşitliliği de beraberinde getirdiğinden yoğunluk, aktivitelerin karışımını ve canlılığı sağlamaktadır. Yoğunluğun sayısal olarak tespit edilmesi olası değildir. Bina, insan, işyeri yoğunluğu gibi çeşitli parametrelerle ifade edilebilir. Bu bağlamda yoğunluk, temelde karma kullanımların desteklediği bir fiziksel yapılanmadır.
- ii. Uyumluluk: Mekanlar ve içinde yer alan yapıların, teknoloji, gereksinim, kullanıcılardaki farklılıklara göre değişkenlik gösteren parametrelere uyum sağlamasına yönelik bir koşuldur.
- iii. İnsan ölçeği: Her türden yapılaşmanın insan ölçeğini ve oranlarını koruyarak, sokak hayatının desteklenmesine ilişkin bir kavramdır.
- iv. Geçirgenlik (ulaşılabilirlik). : Kenti oluşturan yapı adalarının büyüklüğünün ve şeklinin, ulaşılabilirliğin artırılmasına yönelik olarak, yaya ulaşımını destekleme özelliğidir.
- v. Sokaklar, ilişkiler, göz önünde bulunma, sokak ölçeğinde çeşitlilik; topluma yönelik aktivitelerin, sokak ölçeği sınırlarında ve çeşitliliğinde yer almasında, sokak ölçeği ile insan ölçeğinin çakıştırılması ilkesi olarak açıklanabilir.
- vi. Toplumsal açıdan kent kimliği; toplumsal yaşamın desteklenmesi için sokakta yatayda ve düşeyde aktivite ve kullanımların çeşitliliği ile ilişkilidir.
- vii. Hareket; ulaşım modları ve ağının, özellikle kent merkezinde, kentsel yaşamın desteklenmesine yönelik olarak sokak ölçeğinde ve olabildiğince yaya ağırlıklı olmasını öngören bir koşuldur.

viii. Mimari biçem; aktivite çeşitliliğinin zenginleştirilmesinde ve çekiciliğinin sağlanmasında önemli bir araçtır. Ayrıca aktivitelerin işlerlik kazanması mimari formla doğrudan ilişkilidir.

Karma kullanımlar; temel hedef canlı kentsel alanların oluşturulması olduğundan, fiziksel yapılanmada önemli bir koşul ve araçtır (Montgomery, 1998).

Kentin varlığı büyüklüğüne değil düzenleniş biçimine bağlıdır. Olası bütün fonksiyonları barındıran kent, sürekliliğini sağlayabilirken tek fonksiyona sahip kent veya kent parçası yaşamını sürdürmez. Fonksiyonlarda çeşitlilik, kent ölçeğinde olduğu gibi alt ölçeklerde de hem farklı fonksiyonların bir arada bulunması hem de aynı mekanın farklı amaçlar için kullanımına olanak verilmesini kapsar (Crosby, 1967).

Diğer yandan tutarlı bir sistemin kompleksliği büyüklüğü ile orantılıdır. Aynı odak noktası küçük bir kasabada, büyük bir kentte olduğundan daha az yoğundur çünkü bu alan enerjisini tüm yerleşmeye aktarmaktadır (Hillier, 1997).

Kompleks yapının büyüklükle orantılı olması, tüm sistemin bağ kuvvetleriyle etkileşim içinde olması durumunda mümkündür. Yaşayan bir kentte her odak diğer odaklarla bağlantılıdır. Bu nedenle odaklar bütün sistemin büyüklüğünden etkilenir. Çağdaş kentlerde ise bilişim teknolojileri ile, geometrik olarak parçalanan kentler elektronik olarak bağlanmaya çalışılmaktadır. Elektronik bağlantıların kentsel problemleri çözeceği düşünülürken kentsel mekanın yeniden bağlarla birleştirilmesi ihmal edilmektedir. Kentsel yaşamın başarısı için farklı fonksiyonlar bir arada bulunmalı, mekanlar, birden fazla farklı kullanıma olanak tanımalıdır (Bentley ve diğ., 1985, Salingaros, 2000).

Mekan organizasyonundaki farklılaşma farklı özelliklere sahip kullanıcılara hizmet verme olanağı sağlar ve toplumsal çeşitlilik kent yaşamının zenginlenmesi ve sürdürülebilirliği için önemlidir. Sağlıklı bir toplumun iç yapısı heterojen olmalıdır. Farklı insanlar ve farklı mekanların karışımını bünyesinde bulundurmalıdır ve bu karışım, dengeyi sağlayan optimum oranda olmalıdır (Lynch, 1984).

### **2.3.3 Kullanıcıların Oluşturduğu Anlamlar**

Bir mekanın yaşanabilir olması için kullanıcı tarafından benimsenmeli, öznelendirilmeli yani mekan, yer haline getirilmelidir. Bunu sağlamak için de mekanın bazı özelliklere sahip olması gerekir: En temel faktör olarak mekanın o yerleşmeye özgü kalıplar çerçevesinde ve doğal çevreyle uyumlu bir şekilde

üretmiş olması gerekir. Bu, mekanın bir kimliğe sahip olması ve benimsenerek yaşayan bir mekan haline gelmesi için ön koşuldur.

İnsanlar kentin birçok parçasını çevresel imajlar olmadan sadece bu mekanlarda bulduklarında ne yaptıkları ile hatırlarlar. Mekanın aktivitelerle etkileşim sağlayabilen yapısı, aktivite ile ilişkilendirilmesi ve hatırlanmasını kolaylaştırır. Yaşantı zenginliği de mekanın kullanımla olumlu etkileşim içinde olması ile yakından ilişkilidir. Yerleşmelerin yaşantı zenginliği, mevcut mekanların kullanımı desteklemesi, kullanıcı hareketini kısıtlamaması ile olur. Yapılan yapılar sadece iç çözümleri ile bağımsız elemanlar olarak değil aynı zamanda kentsel açık mekan oluşumuna katkıda bulunan, açık mekanlardaki yaşamı etkileyen öğeler olarak düşünülmelidir. Binaların kamuya karşı görevleri söz konusu olduğunda, kamusal yaşamın desteklenmesi, ortak yaşam ile özel yaşam arasındaki dengenin kurulması gündeme gelmektedir. Örneğin bir bina var olan bir kent aksının görsel aks olarak sürekliliğini sağlama veya yaya dolaşım sürekliliğini sağlama yönünde katkıda bulunabilir.

#### **2.4 Bölüm Sonucu ve Değerlendirme**

İlk yerleşmelerden günümüze kadar kentlerin fiziksel yapısının gelişimi incelendiğinde planlı ve kendiliğinden gelişme şeklinde iki ayrı süreç ve bunun sonucunda iki farklı mekansal yapı görülmektedir. Planlı kentlerde mekansal zenginlik sağlayarak kentsel yaşamı etkileyen avlu, arkad, saçak, girift yüzeyler, kot farkları gibi unsurların azaldığı görülmektedir.

Kentsel sistemin kompleks yapısı, kenti oluşturan bileşenler arasında güçlü etkileşimler oluşturmaktadır. Bu nedenle mekanın fiziksel yapısı, aslında birçok bileşenin bir arada olduğu problemler sisteminin bir parçasıdır.

Kendiliğinden gelişen kentlerin mekansal zenginliğinin nedenleri ve mekan zenginliğini sağlayan evrim sürecinin anlaşılması yeni tasarımların başarısına katkıda bulunacaktır. Zaman içinde evrimleşerek gelişen kentlerin hiyerarşik yapısı ve mekan öğelerinin kompleks organizasyonunun anlaşılması için kompleks sistem yaklaşımının uzantısı olan kaos teorisi ve fraktal geometri nesnel bir temel oluşturarak değerlendirmeye yardımcı olmaktadır.

### 3. YERLEŞİM YAPISI-KAOS TEORİSİ-FRAKTAL GEOMETRİ İLİŞKİSİ

#### 3.1 Kaos Teorisinin Tanımlanması ve Fraktal Geometri Yöntemi

##### Kaos Teorisi

Kaos sözcüğünün kökeni Yunanca'dan gelmekte ve açık duran, uzay boşluğu, uçurumlar, açıklıklar, boşluklar yaratan anlamlarına karşılık gelmektedir. Gündelik dilde ise kaos, düzenin istenmeyen dağılımlık durumunu ifade eden bir kavram düzlemine indirgenmiştir. Hadamard, Duhem ve Poincaré'in 19.yy.'ın sonlarında doğadaki süreçler üzerinde yaptıkları analizler -kaos teorisi olarak adlandırılmasa da-konuya ilişkin başlangıç koşullarına hassas bağlılık gibi önemli kavramların ortaya çıkarılmasını sağlamıştır. Uzun bir süre sonra bu konudaki görüşler kaos teorisi adı altında ortaya atılmıştır. Kaos teorisine bu ad Maryland Üniversitesinde uygulamalı matematik konusunda çalışan Jim Yorke tarafından verilmiştir ve kaos olarak adlandırılan şey, başlangıç durumuna hassas bağlılığı bulunan bir zamansal evrimdir. Kaosun çağdaş düzeyde ele alınarak incelenmesine ise, 1960'lı yıllarda, sistemlerin simülasyon tekniklerindeki gelişmeler sayesinde başlanabilmiştir (Peitgen ve diğ, 1993, Tippet, 1994, Cramer, 1998, Gleick, 1997).

Kaos'un birçok tanımı yapılmıştır. Bunlardan bazıları:

Kaosla ilgili tarihi değeri olan birçok makaleyi tek ciltlik bir referans kitabında toplayan Hao Bai-Lin adlı Çinli fizikçiye göre: "Periyodikliği olmayan bir düzen türüdür."

Sardar ise kaos'u; "Lineer olmayan determinist sistemlerdeki periyodik olmayan ve kararsız davranışın niteliksel yapısı" olarak tanımlamaktadır.

Long Island'daki Brookhaven Ulusal laboratuvarında çalışan H. Bruce Steward adlı deneysel fizikçiye göre; "Basit bir determinist sistemin içindeki gelişigüzel görünüşlü tekerrür etmesi muhtemel bir davranış biçimidir."

Yale Üniversitesinden Roderick V. Jensen adlı kuantum ve kaosun ihtimallerini araştıran teorik fizikçiye göre: "Determinist, nonlineer dinamik sistemlerin düzensiz, öngörülemeyen davranışlarıdır."

Santa Cruz Klübünden James Crutchfield'e göre: "Metrik entropisi pozitif fakat, sınırlı olan bir dinamik, yani, enformasyon üreten ( küçük belirsizlikleri büyüten). ancak, öngörülmesi kesinlikle mümkün olmayan davranış biçimidir. "

Georgia Institute of Technology'den Joseph Ford'a göre: "Düzenin ve öngörülebilirliğin boyunduruğundan nihayet kurtulmuş bir dinamik...kendi bütün dinamik imkanlarını gelişiğüzelve araştırarak şekilde özgürleştirilmiş sistemler...Heyecanlandırıcı bir çeşitlilik, tercih imkanlarının zenginliği, fırsatların bolluğudur. " (Hughes ve Attwell, 1999, Sardar, 1999, Gleick, 1997).

Kaos teorisiyle beraber sistemlere yönelik görüşler tamamen değişmiştir. İçerdikleri ve açıklanabilmeleri için gerekli olan bilgi miktarına göre ve basit ve karmaşık olmak üzere iki ana grupta toplanabilecek olan sistemlerle ilgili geleneksel görüşler; Basit sistemlerin davranışlarının da basit olup davranışlarının determinist denklemlerle anlaşılacağı, karmaşık sistemlerin ise istikrarsız, öngörülemez, gelişiğüzellik etkilerine açık oldukları ve incelenen farklı konulardaki sistemlerin davranışlarının da birbirinden farklı olduğu yönündedir. Günümüzde ise sistemlerle ilgili olarak; basit sistemlerden karmaşık davranış biçimleri çıkabileceği ve daha da önemlisi, karmaşıklık yasalarının, sistemi oluşturan unsurların ayrıntılarından bağımsız, evrensel geçerliliği olan yapılar oldukları şeklindedir. Bununla birlikte, bir sistemin tanımlanması için çok fazla sayıda parametreye ihtiyaç duyulması veya birden fazla doğrusal diferansiyel denklem gerekmesi onun kaotik olduğunu göstermez; Bu tür sistemler Fourier transformasyonu ile çözülebilirler. Parametrelerin çokluğu, sisteme pratik engeller getirir ama bunlar ilkesel olarak bir engel teşkil etmezler. Kaotik olma olasılığı taşıyan potansiyel kaotik yapılar, başlangıç koşullarına sınıksız bağlılık gösteren, doğrusal olmayan, geriye etkimeli sistemlerdir. Süreç sırasında oluşan global yapı, sürecin başındaki koşulların en ufak ayrıntılarından bile etkilenecek oluşur; ama gene de önceden tahmin edilemezlik özelliği taşır (Gleick, 1997, Cramer, 1998).

Kaos olarak adlandırılan yeni bilim kendi dilini de üreterek fraktallar ve bifürkasyonlar(dallanmalar)., intermitensiler ve periyodiklikler, gibi kendine özgü terimler kullanmaya başlamıştır. Klasik fizikteki kuark ve glüonlar maddenin yeni elemanları iken bunlar da hareketin yeni elemanlarıdır. Bazı fizikçilere göre kaos bir durumun bilimi değil bir sürecin bilimi;bir varoluşun bilimi değil bir oluşumun bilimidir (Gleick, 1997).

Kaos, düzenin parçalanması ve dağılması sonucunda da elde edilebilir. Birçok dinamik sürecin evre aşamalarında, daha üst düzlemlerde yeni düzenlerin

kurulmasıyla istikrar sağlayan kaotik ara durumlardan geçildiği bilinmektedir. Bütün bifurkasyon noktalarında karşılaşılan durum budur. Kaos yer yer dağılma anlamına gelse de, düzen de ölüm ve durma ile eş anlamlı olabilmektedir. Örneğin bir tür düzenlilik olan simetri, sanatta tekdüzeliğin ve donmanın öteki adıdır. Asimetrik yapılar, sanatın asıl gücünü ve etkisini oluşturmaktadırlar (Cramer, 1998).

### **Fraktal Geometri**

İlk olarak, 1975 yılında Mandelbrot tarafından kendi ürettiği şekilleri, boyutları ve geometrisini tanımlamak için, kırılmak anlamındaki frangere fiilinden türemiş olan fractus kelimesini dönüştürerek, İngilizce fracture ve fraction kelimelerinin sesine de uygun olan ve bugün isim ve sıfat olarak İngilizce ve Fransızca'da kullanılan fraktal kelimesini üretmiştir (Trippet, 1994, Gleick, 1997).

Fraktal geometri doğada meydana gelen birçok sürece ve malzemeye, yani organizmaların yaşamsal aktivitelerine, meteorolojik olaylara, metallerin yüzeylerinde mikroskopla görülebilecek küçüklükteki pürüzlere, petrol içeren gözenekli kayalardaki ufacık delikler ve kanallara, bir deprem bölgesindeki kırık arazi şekillerine bakmak için başvurulan yöntemdir.

#### **3.1.1 Kaos Teorisi ve Fraktal Geometrinin Kullanıldığı Bilim Dalları ve Uygulama Alanları**

Meteoroloji alanında Lorenz tarafından uzun dönemli hava tahminleri yapma amacı ile yapılan araştırmalar sonucunda temel ilkeleri belirlenen Kaos teorisinin, Şehir planlama ve mimarlıktan başka; Ekonomi, biyoloji, fizik, inşaat mühendisliği, jeofizik, astronomi, fizyoloji ve diğer birçok alanda önemli etkileri olmuştur. Bu alanlarda yapılan çalışmalar şöyle özetlenebilir:

Ekonomi Alanında:

Ekonomi alanında kaotik süreçlere pamuk fiyatlarının zaman içerisindeki değişimi konusunda yapılan araştırmalar örnek olarak verilebilir: Uzun dönemli veriler bulunması nedeniyle kontrol edilme imkanı olan bu değişimde dikkat çekici yan; kısa dönemli değişikliklerin gelişigüzel olduğu, uzun dönemli değişikliklerin ise makroekonomik kuvvetler, savaş gibi her şeyi izah edilebilen güçler tarafından belirlendiği düşünülüp bu iki boyut ayrı ayrı analiz edilirken bir arada incelendiklerinde farklı bir yapı oluşturduklarının farkına varılmasıdır. Mandelbrot bu verileri incelediğinde, tek tek ele alınca fiyat değişikliklerinin gelişigüzel ve öngörülemez olmasına rağmen değişikliklerin ölçekten bağımsız olduğunu; günlük ve aylık fiyat değişimlerini gösteren eğrilerin birbirine uyum sağladığını görmüştür.

Mandelbrot, altmış yıllık allak bullak bir dönem boyunca, üstelik iki dünya savaşı ve bir de ekonomik buhran görülmüş olmasına rağmen, varyasyon derecesinin sabit kaldığını analizleri sonucu belirlemiştir (Ruelle, 1996, Gleick, 1997).

Biyoloji Alanında:

Biyolojik yapıların kaosla ilişkileri onların şu temel özelliklerinden kaynaklanmaktadır: Biyolojik yapılar tamamıyla kompleks yapılardır, biyolojik evrim süreci başlangıç koşullarına hassas bağlılık özelliği gösterir, tersinmez ve nonlineerdir (Bunde ve Havlin, 1994).

Biyolojik sistemler alt istemlerle etkileşim halinde olan ölçekler arası bir düzene sahiptir. Organizma alt bileşenlerine ayrılarak incelenemez. Canlı organizmalar Dekartçı yöntemle tek tek parçalarına ayrılıp incelenerek bütün sistemin anlaşılabilceği yapılar değildir.

Hücreler arası ve hücre içi yaşamsal faaliyetleri sürdüren aminoasit, enzim gibi elemanların bir araya gelmelerinde fraktal boyutla karşılaşmaktadır. Hücre-hücre teması sırasında oluşan bağlantı 2.2-2.5 boyutludur, başka deyişle hücre-hücre bağlantıları yoğun kaotik öğeler içerirler ki, bu öğeler, parçaların dinamik yoldan birbirine kenetlenmelerindeki kusursuzluğun ve tamlığın vazgeçilmez önkoşuludur (Cramer, 1998).

Damarlar, böbrek süzme kanalları da fraktal bir şekilde dallanmaktadır. Damarların çatallanmaları ve Koch eğrisinin sonlu bir alanda sonsuz uzunluğa sahip bir çoklu doğru oluşturmasında olduğu gibi sonlu bir hacimde neredeyse sonsuz yüzey sağlayarak tüm hücrelerin birbirine madde aktarmasını olanaklı kılar. pratikte sonsuz kabul edilebilecek bir yüzeye sahipken hacmi böbrekle sınırlıdır. Dokuların birçoğunda, hücrelerin hiçbiri en yakındaki kan damarına üç yada dört hücrelik mesafeden daha uzak olmamasına rağmen damarlar ve kan beden içerisinde %5 gibi çok az bir yer tutmaktadır. Bronşlardaki dallanmayı klasik "eksponansiyel" yaklaşımla betimlemenin yanlış olduğu ortaya çıkmış; fraktal bir betimlemenin verilere daha uygun olduğu anlaşılmıştır (Peitgen ve diğ. , 1993, Gleick, 1997).

Kızamık ve suçiçeği gibi çocuk hastalıkları üzerinde yapılan çalışmalar da faz uzayı inşası tekniklerini kullanmak suretiyle, kızamığın, fraktal boyutu 2.5 olan garip çekiciyi takip ettiği belirlenmiştir (Gleick, 1997).

1985'te çeşitli hayvanların metabolizma hızları ile vücut kütleleri arasında ilişki olup olmadığı araştırılmış, sonuçta metabolizma hızının, boyutu 2.25 olan fraktal yüzeyle orantılı olarak değiştiği belirlenmiştir (Peitgen ve diğ. , 1993).

Fizik Alanında:

Nonlineer dinamik, akışkanlar dinamiği gibi olaylar kaotik yapının üzerinde en çok çalışılan örneklerindendir. Polimerlerle ilgili araştırmalar ve nükleer reaktör güvenliği gibi konularda da fraktaller önemli yere sahiptirler. Faz geçişleri üzerinde yapılan çalışmalar da maddenin bir durumdan başka bir duruma- sıvı halden gaz haline veya mıknatıssız halden mıknatıslı hale- geçtiği noktanın yakınındaki davranış biçiminin nonlineer olduğunu göstermektedir. Faz geçişleri, sistemin artan enerji ve kütle değişimine gösterdiği tepki, bu durumla baş edebilme çabasıdır. Bu süreç ısınan metalin genleşmesi gibi determinist süreçlerde yapı oluşturmayla sonuçlanırken dissipatif yapılarda çevre ile kütle ve enerji alışverişi esnasında bu süreç aktif olarak düzenlenir; suyun buharlaşmasında olduğu gibi uzun dönemli global dengeli yapılar oluşturulur. Bu tür sistemlerde entropi üretimi devam eder, kesintisiz bir şekilde enerji dönüştürülür (Feder, 1988, Gleick, 1997, Cramer, 1998).

Faz geçişleri gibi doğada meydana gelen şekillerin oluşum süreçleri de fizik ve malzeme biliminin bir dalı haline gelmiştir. Doğanın ürettiği, bazıları uzayda düzenli ancak zamanda düzensiz; bazıları da zamanda düzenli, uzayda düzensiz, bazıları boyutsuz yapılar sunan fraktal şekilleri inceleyen, şekil formasyonu ile elektrik deşarjlarının kırılmalı yayımları, buz ve metal alaşımları içindeki kristallerin büyümesini simüle eden modeller geliştirilmiştir (Feder, 1988, Gleick, 1997).

Jeofizik Alanında:

Yeryüzü kabuğunun fraktal şekli ve yapısı, depremlerin ölçekten bağımsız yapısı, bir metalin yüzeyinin fraktal boyutunun verdiği enformasyonların, metalin dayanım gücünü ifade eden enformasyonlarla benzerliği, fraktallerin bu bilim dalıyla ilişkisini gösteren örneklerdir (Bunde ve Havlin, 1994, Gleick, 1997).

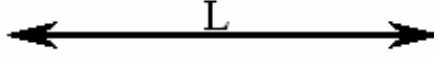
### 3.1.2 Fraktal Boyut Kavramı

Klasik Öklid geometrisinde nesnelerin boyutları tamsayılarla ifade edilir. Buna göre:



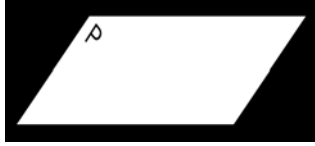
Şekil 3.1. Boyutsuz Nokta

Bir noktanın uzunluk, genişlik ve yükseklik değeri yoktur. Bu nedenle boyutsuz olarak kabul edilir (Şekil 3.1. ).



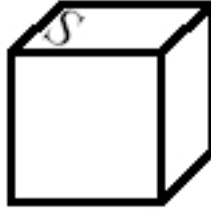
Şekil 3.2. Tek Boyutlu Çizgi

Doğru; sadece tek boyut olan uzunluk değerine sahiptir. Yükseklik ve genişliği yoktur (Şekil 3.2 ).



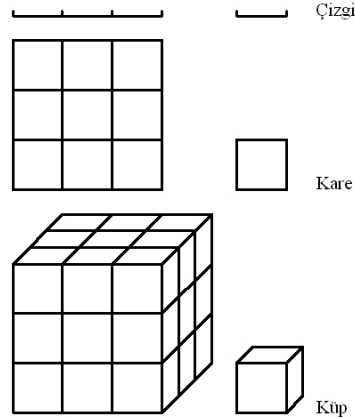
Şekil 3.3. İki Boyutlu Düzlem

Düzlem; derinliği olmadan sadece genişlik ve uzunluğu olan iki boyutlu bir nesnedir (Şekil 3.3. ).



Şekil 3.4. Üç Boyutlu Hacim

Hacim ise genişlik, uzunluk ve yükseklik yönünde sonsuza doğru uzayan üç boyutlu uzayı tanımlamaktadır (Şekil 3.4. ).



Şekil 3.5. Doğru Parçası, Kare ve Küp'ün Kendine Benzerlik Özelliği ( Peitgen ve diğ. , 1993)

Bir nesne herhangi bir oranda küçültülmüş hali olan parçalara ayrıldığında küçültme faktörü ile oluşan parça sayısı arasındaki ilişkinin o nesnenin boyutunun hesaplanmasında kullanılabileceği düşüncesi nesnelerin gerçek boyutlarının hesaplanabilmesi ve konseptin anlaşılabilmesi için en basit yöntemdir. Şekil 3. 5’de, doğru parçası, kare ve küp 1/3 faktörü ile küçültülerek boyutsal değerlerine bakıldığında şu değerler elde edilmektedir (Tablo 3.1).

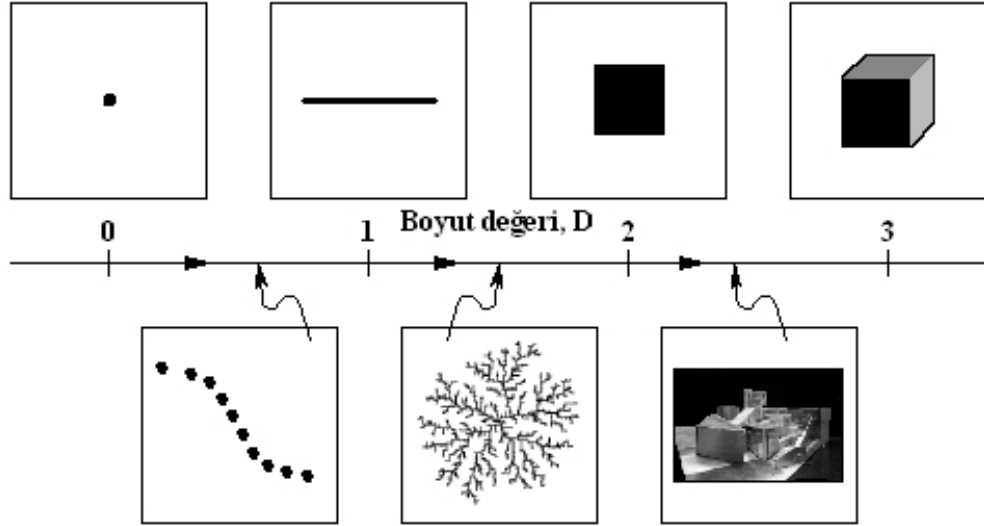
Tablo 3.1. Doğru Parçası, Kare ve Küp’ün Boyutu (Feder, 1988)

Nesne	Küçültme faktörü	Parça Sayısı	Boyut
Doğru parçası	1/3	3	$\text{Log}3/\text{log}3=1$
Kare	1/3	9	$\text{Log}9/\text{log}3=2$
Küp	1/3	27	$\text{Log}27/\text{log}3=3$

Bu kavram kısaca fraktal yapıya sahip olan nesnelerin Öklid uzayında tanımlanmış olan 0, 1, 2, 3, .... gibi tamsayılarla ifade edilen boyutlar yerine kesirli sayılarla ifade edilen ara boyutlara sahip olması durumunu ifade etmektedir (Şekil 3.6. ). Dünyada fraktal yapıya sahip nesnelerin yanı sıra basit geometrik nesnelerin boyutları da algılama uzaklıklarına göre değişim göstermektedir. Örneğin çok uzaktaki bir cisim nokta olarak algılandığından boyutsuz ve şekilsiz olduğu sonucuna varılırken, cisme yaklaşıldıkça önce iki, sonra üç boyutlu hale gelir. Daha somut bir örnek vermek gerekirse tek boyutlu olan ipliğin oluşturduğu yumağın boyutu, kişinin bakış açısına bağlıdır. Uzaktan bakılırsa bir nokta kadar görüleceğine göre sıfır boyutlu, yakına gelinirse bir kürenin uzayını dolduran biçimde görüleceğinden üç boyutlu olacaktır. Daha da yakından bakılırsa iplik görüleceğinden nesne gerçekte tek boyutlu hale gelir, halbuki bu tek boyut da şüphesiz kendi üzerine öyle bir sarılmıştır ki üç boyutu kullanmaktadır. mikroskobik ölçeğe inildiğinde, iplik 3 boyutlu sütunlara dönmekte, sütunlar tek boyutlu elyafa dönüşmekte, sonra da bu malzeme sıfır boyutlu noktalar halinde çözülmektedir. İplik yumağının üç boyutlu bir nesne halinden tek boyutlu hale geçişinin belirli bir sınırı yoktur. Algılanan boyutsal değişim bir boyuttan diğerine kesikli atlamalar şeklinde değil, bir süreklilik içerisinde değiştiğinden tamsayı ile ifade edilemeyen boyutların varlığı söz konusudur ( Şen, 2001, Gleick, 1997).

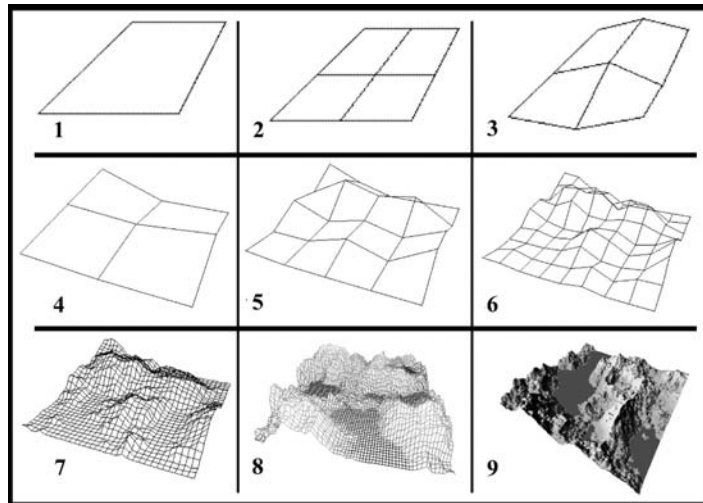
Ayrıca uzaklıktan bağımsız olarak biyolojide göz ve algılama mekanizması üzerinde yapılan çalışmalar sonucu beyinde objelerin tek aşamada algılanmadığı, algılamanın “İlk taslak”, “ $2_{1/2}$  B taslak” ve “3B model” olarak adlandırılan üç aşamada gerçekleştirildiği şeklinde bir varsayım ileri sürülmektedir. İlk taslak, iki boyutlu görüntüdeki ışık değişimleri, bunların geometrik dağılım ve düzeni gibi bazı önemli

bilgileri belirler. bunlarla beraber kenar çizgileri, lekeler, uç noktalar, kesiklilikler, sınırlar, vb. ile uğraşır. İki boyutlu taslak, görünen yüzeylerin ve bunların sınırlarının, gözlemciyi merkez alan bir çerçevede, yönünü ve kabaca derinliğini belirler. Üç boyutlu model gösterimi ise nesneyi merkez alan bir çerçevede şekilleri ve bunların uzaydaki yerleşimini temsil eder (Crick, 2000).



Şekil 3.6. Fraktal Boyutlu Nesneler

Dağlar, nehir yatakları gibi yeryüzü yapıları, bulutların şekilleri gibi birçok doğal elemanın geometrik yapısı, yuvarlak veya dümdüz olmayan, pütürlü, pürüzlü bir evren modelini yansıtmaktadır. Bu geometri girintili, çıkıntılı, kırık, bükük, birbirine karışmış, düğümlenmiş şekillerin geometrisidir(Şekil 3.7).



Şekil 3.7. Sanal ortamda oluşturulan fraktal yapı örneği( Bourke,P.  
<http://astronomy.swin.edu.au/~pbourke/terrain/frachill/>)

Bu tür karmaşık geometrileri ve kesirli boyutları içermeyen yaklaşık 2000 yıllık Öklid geometrisi, doğal fenomenleri açıklamada yetersiz kalmış ve 1970'li yıllarda yerini belirsizlik ilkelerinden doğan fraktal geometriye bırakmıştır. Fraktal geometri, düzensiz, parçalı, kırıklı ve kesikli şekilleri-kar tanelerinin billurumsu eğrilerinden galaksilerin kesintili tozlarına kadar düşünülebilecek bütün şekilleri-betimlemek, hesaplamak ve düşünmek için kullanılacak bir araç olarak kullanılan bir yöntem olmuştur. Fraktal bir eğri bu gibi şekillerin komplikasyonu içinde saklı duran düzenleyici bir yapıyı da içermektedir (Şen, 2001, Gleick, 1997).

### **3.1.3 Fraktal Hiyerarşi Kavramı**

Özetle fraktal strüktüre sahip olan nesnelerin farklı ölçeklerde benzer veya aynı yapıyı sergilemesi, ölçekler arası etkileşimin ve karmaşıklık düzeyinin korunması anlamına gelmektedir. Bu özellik, fraktal yapının -bir nesnedeki pütürlülük, kırıklık veya düzensizlik derecesi gibi- tüm ölçeklerde korunan özelliklerinin incelenerek kompleks yapının bu değişmez değerler çerçevesinde tanımlanmasını kapsar. Örneğin bir sahilin uzunluğu bir bakıma sonsuz olmasına rağmen ölçümle elde edilen değerler ölçüm yapılan temel birime yani ölçeğe bağlıdır. Ölçek gerçeğe yaklaştıkça daha fazla detay ölçüme dahil olacağından uzunluk aratarak gerçek değere yaklaşacaktır. Ölçüm sonucu her defasında değişmekte ve kesin bir sonuçtan söz edilememektedir fakat yapının kırıklılık özelliği yani fraktal yapısı her ölçekte varlığını sürdürmektedir yani sahil şeridi, uzunluk birimi kullanılarak ölçülemez halde olmasına rağmen, belirli bir pütürlülük derecesi özelliğine sahiptir. Mandelbrot'un bu konudaki iddiası, ölçekler değiştiğinde düzensizlik derecesinin sabit kaldığı yani dünyamızın düzenli bir düzensizlik sergilediğidir (Gleick, 1997).

Gerçekte farklı ölçeklerde tamamıyla kendine benzerlik, geometrik yapı açısından gerçekleşmez. Dünyada kendine benzerlik özelliği kısmi düzeyde gerçekleşmektedir. Bu özelliğin tam anlamıyla ideal olarak gerçekleştiği yapay ürünler mevcuttur: Mandelbrot Kümeleri, Julia Kümeleri, Koch eğrisi, Peano Eğrisi, Cantor Kümesi, Sierpinski contası, Sierpinski sünger, Sierpinski Halısı gibi fraktal yapıları şekiller matematiksel özellikleri haricinde Görsel ve estetik özellikleri ile sanatsal ürünler olarak da görülmektedir.

### **3.1.4 Fraktal Dönüşüm Kavramı**

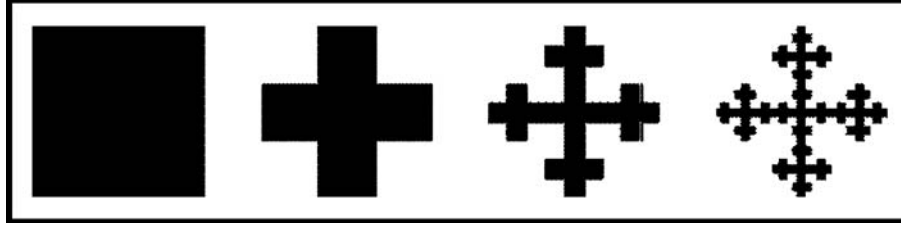
Zaman faktörünün önem kazandığı bu özellik, aynı veya benzer birimlerin farklı ölçeklerde tekrarı veya belirli bir matematiksel modele uygun olarak yerleşmeleri ile oluşabilen yapının tersinmezlik özelliği ve başlangıç durumuna hassas bağlılık gibi ilkeler uyarınca gelişimini sürdürdüğünü ifade etmektedir. Fraktal strüktür sadece

elde edilmiş ürünün geometrik yapısını açıklamakla kalmaz, aynı zamanda bu yapının, değerlendirmenin yapıldığı andaki durumuna gelinceye kadar olan dönüşüm, evrim sürecini de açıklamayı amaçlar.

Fraktal dönüşüm süreçleri nonlineer ve tersinmez yapılarıyla Newton sistemlerinden ayrılırlar. 17.yy. Doğa bilimcisi Isaac Newton, evrenin genel özelliklerinin tersine çevrilebilir görüldüğünü fark etmiştir:Newton sistemlerinde zaman da evrenin genel özelliklerine uygun şekilde ilkece tersinir bir olgudur. Sistemlerin trajektör adı verilen yörüngeleri -bir sarkacın hareketinde olduğu gibi- tekrarlanabilirlik özelliği taşır. Fakat 1700'lü yılların sonlarına doğru doğa bilimcileri, evrenin tümüyle tersinir olmadığını keşfetmişlerdir. Yaklaşık 1890 yılından itibaren Ludwig Boltzmann tersinmezlik düşüncesinin üstüne eğilmiş, Lars Onsager ve Ilya Prigogin'le birlikte tersinmezlik genel kabul gören bir düşünceye dönüşmüştür (Cramer, 1998).

Fraktal geometri üretme konusunda birçok çalışma yapılmıştır. Bu konuda Julia, Fatou, Hubbad, Barnsley, Mandelbrot adlı matematikçilerin çalışmaları önemlidir. Öklid yada Descartes yöntemleri ile denklemleri geometrik şekillere dönüştürülmeleri, denkleme uygun düşen sayılar kümesinin işaretlenmesi ile olmaktadır.  $x^2 + y^2 = 1$  gibi bir denklemin çözümlerinden bir daire, buna benzer denklemlerden, başka resimler, elipsler, parabol, koni kesitli hiperboller, hatta faz uzayındaki diferansiyel denklemlerin oluşturduğu daha karmaşık şekiller üretilebilir. Bir denklemi klasik yöntemlerle çözmek yerine, "iterasyon" (işlem sonucu çıkan ürünün aynı işlemde girdi olarak kullanılarak sürecin tekrarlanması) işlemine başlanırsa bu denklem statik bir betimleme olmaktan çıkarak, dinamik bir süreç haline gelir. Bu denklemin içine bir sayı dahil olunca, buradan yepyeni bir sayı çıkar; bu yeni sayı denkleme girer ve bu böylece devam ederek noktalar bir yerden başka yere zıplar durur. Bir noktanın adresi denkleme uygun düştüğü zaman değil, belirli bir tür davranış biçimi ürettiği zaman belirlenir. Bu davranış biçimlerinden biri kararlı durum olabilir. Başka bir davranış biçimi, durumların periyodik tekrarı doğrultusundaki bir yakınsaklık olabilir. Mandelbrot kümesinde olduğu gibi bu yöntem gayet basittir, çünkü sürecin kendisi de basittir:  $z \geq z^2 + c$  fonksiyonunun kompleks düzlemdeki iterasyonudur. Bir sayı alınıp o sayının karesi alınır ve ilk sayıya eklenir. Burada z sıfırdan başlar, c de test edilen noktaya tekabül eden kompleks sayıdır (Gleick, 1997).

Aynı şeklin belirli bir ölçek faktörü ile küçültülerek organize etme işlemi sürekli olarak tekrarlanırsa şekil 3.8'de olduğu gibi kendine benzer yapılar elde edilir (Green, 1995).



Şekil 3.8. Tekrar Yoluyla Fraktal Boyut Üretimi (Green, 1995)

### 3.1.5 Fraktal Strüktür Örnekleri

Fraktal boyut hesaplama yöntemlerinin daha iyi kavranabilmesi için çok bilinen örneklerden bazılarının incelenmesi yararlı olacaktır:

**Cantor Kümesi:** Mandelbrot'un yaptığı, 19.yy'da yaşamış George Cantor adlı bir matematikçinin adına ithafen Cantor dizisi olarak bilinen soyut bir inşayı tekrarlamaktan ibarettir. Bir Cantor dizisi oluşturmak için, bir doğru parçası ile gösterilen, sıfırla bir arasındaki sayı aralıkları ile başlanır. Doğru parçası üç eşit parçaya bölünüp ortadaki üçüncü kaldırılır. Kalan iki doğru parçasının da ortalarındaki üçte birlik kısım kaldırılır. Buna böyle sonsuza kadar devam edilir. Geriye noktalardan oluşan, kümeler halinde düzenlenmiş, sonsuz sayıda çok ve sonsuz dağınık garip bir toz kalır (Gleick, 1997).

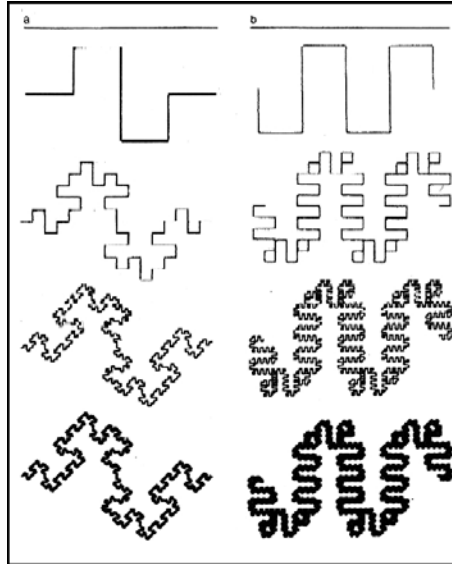
**Koch Kar Tanesi:** Her kenarı 30cm olan bir eşkenar üçgenin her kenarının üçtebiri üzerinde yeni eşkenar üçgenler oluşturulup bu işlem oluşan yeni şekillerin tüm kenarları üzerinde sonsuza dek tekrarlanırsa tıpkı Cantor dizisinin gittikçe daha dağınık hale gelmesi gibi bu şeklin çevresi de gittikçe daha detaylı bir görünüm kazanır. Bir nevi ideal bir kar tanesine benzer. 1904 yılında Helge von Koch'un bu şekli ilk kez tanımlamış olması dolayısıyla Koch eğrisi olarak bilinmektedir. Daha yakından incelendiğinde Koch eğrisinin bazı ilginç özellikleri olduğu görülmektedir. En başta, sürekli bir sarmaldır, kendi kendini kesmez, çünkü her bir kenardaki yeni üçgenler birbiriyle çarpışma ihtimali bulunmayacak kadar küçüktür. Her transformasyon işleminde eğrinin içine bir miktar daha alan eklenmektedir, fakat toplam alan sonludur, başlangıçtaki üçgenin alanını çok fazla geçemez ve bu üçgenin köşelerinden geçen dairenin dışına taşamaz. Buna karşılık eğrinin kendisi sonsuz uzundur. İlk transformasyon sırasında 30cm'lik bir parçanın yerini 10cm'lik dört parçanın alması gibi, her transformasyon toplam uzunluğu  $4/3$  oranında artırmaktadır (Peitgen ve diğ. 1993, Gleick, 1997).

**Koch Eğrisi:** Bir üçgen üzerindeki iterasyon işleminin bir doğru parçası üzerinde gerçekleştirilmesi ile oluşan şekildir. Bu şeklin boyutunun tanımlanmasında kesir boyut kullanılabilecek ideal kıstastır. Fraktal bir şeklin düzensizliğinin derecesi, bir

bakıma, bir nesnenin uzayda bir mekan işgal etmekteki etkinliğine tekabül etmektedir. Bu özelliği Koch eğrisinde ilginç bir şekilde ortaya çıkmaktadır: Basit tek boyutlu bir Öklid doğrusu uzayda hiç yer işgal etmez fakat Koch eğrisinin çevresi, sonlu bir alanı dolduran sonsuz uzunluğu ile mekan işgal eder. Koch eğrisi noktadan daha fazla, ancak düzlemden daha az bir şeydir. Tek boyutlu bir şekilden daha fazla ancak iki boyutlu bir şekilden daha azdır. Mandelbrot, yüzyılımızın başl

arındaki matematikçilerden F. Hausdorff ve A. S. Besicovitch'in ortaya çıkardığı teknikleri kullanarak fraktal boyutun özelliklerini doğru bir biçimde belirlemiştir. Koch eğrisi için,  $4/3$ 'lerle sonsuza kadar tekrarlanarak yapılan çarpım ise 1.2618'lik bir boyut vermektedir (Feder, 1988, Gleick, 1997).

Koch eğrisinde başlangıçta alınan doğru parçası üzerinde farklı iterasyonlar uygulanarak farklı boyutsal değerlere sahip eğriler üretilebilir. Boyutların hesaplanması, üretilen eğriyi örtmek(kaplamak). için gerekli küreciklerin sayısı tanımlanmak suretiyle yapılır. Şekil 3.9' daki eğriler örnek olarak gösterilebilir: Bu şekilde en alt kıvrımların örtünmek için daha çok küreciğe ihtiyaç duyulacağı görülmektedir. Uzunlukları 1:2 oranında olan üstteki köşeli eğrinin iki kesiti (simetrisinin iki yanı) alttaki eğrinin iki parçasıyla karşılaştırıldığında, 1:2 yerine 1:2.88 oranı elde edilir, yani bu iki kesitin birbirleriyle orantısal ilişkilerinin ifadesi 1:1.5 tur. Bu durumda eğri, 1.5 boyutludur, eğriler basit bir çizgiden çok bir yüzeye benzemektedirler (Cramer, 1998).



Şekil 3.9 1.5 ve 1.79 Boyutlu Koch Eğrileri ( Peitgen ve diğ. , 1993)

Sierpinski Halısı ve Contası: Bir halı yapmak için kare ile başlanır. Bu kare dokuz eşit parçaya bölünerek merkezdeki çıkarılır ve geri kalan sekiz kare ve daha sonra

kalan kareler için de aynı işlem tekrarlanır. Conta da aynı yöntemin eşkenar üçgen kullanılarak yapılması ile oluşur. Eiffel Kulesi, kirişlerinin, takviyelerinin ve putrellerinin dallanarak gittikçe daha incelen elemanlardan meydana gelen bir kafes, çok ince detaylar içeren bir ağ oluşturan yapısıyla bunun üç boyutlu iyi bir benzeri olarak göz önüne getirilebilir ( Gleick, 1997).

Gerçek hayatta bulunan bazı nesnelerin hesaplanan fraktal boyutları şu şekildedir (Tablo 3.2).

Tablo 3.2. Fraktal Boyutlu Gerçek Nesnelere (Cramer, 1998)

Nesne	Fraktal Boyut
Kıyı şeridi çizgileri	1.2
Araziler	2.2
Bulut yüzeyleri(hem deneysel hem de kaotik dinamikten)	2.35
Ağ şebekesi kurmuş polimerler	2.5
İyi ayrıştırıcı madde içinde zincir polimerler	1.6
Sıvı içinde molekül hareket hatları (trajektörleri).	2
Moleküller içindeki enerji seviyesi	<1
Protein iskeletleri(fosilleri).	1.3-1.8
Proteinlerin yüzeyleri	2.2-2.4
Katı cisimlerin yüzeyleri	2-3

### 3.2 Fraktal Boyut Hesaplama Yöntemleri

Bir ülkenin kıyılarının uzunluğunun ölçümüne yaklaşım ile ilgili günümüzdeki görüş; uzunluk – veya benzer şekilde alan veya hacim- sorusunun yanlış olabileceğidir. Eğriler, alan veya hacimler, sıradan ölçüm yöntemleri anlamsız gelecek kadar kompleks olabilirler. Bununla birlikte karmaşıklık derecesinin ölçümü için detay ölçüklere inildikçe uzunluk, alan veya hacmin ne kadar hızlı arttığı bir değerlendirme yöntemi olarak kullanılabilir. Temel fikir; iki niceliğin (bir yanda uzunluk, yüzey yada hacim, diğer yanda ölçük) rasgele değil bir yasa ile ilişkili olarak değiştiği ve bu yasanın bir niceliğin ölçülmesi ile diğerinin bulunmasına olanak verdiğidir.

Boyut, anlaşılması kolay bir kavram değildir. Yüzyıl başında boyutun ne anlama geldiği ve hangi özelliklere sahip olduğu matematiğin en büyük problemlerinden biri olmakla beraber günümüzde durum biraz daha karmaşıklaşmıştır. Çünkü matematikçiler on farklı boyut kavramı geliştirmişlerdir.

Geliştirilen boyut kavramlarından bazıları şunlardır:

- i. Hausdorff dimension (Hausdorff boyutu)
- ii. Self-similarity dimension (Kendine benzerlik boyutu)
- iii. Box-Counting dimension (kutu sayma boyutu)
- iv. Topological dimension (Topolojik boyut )
- v. Fractal dimension (Fraktal boyut)
- vi. Euclidean dimension (Öklidyen boyut)
- vii. Compass dimension (Divider veya Ruler dimension; Pergel Boyutu)
- viii. Tek yönlü boyut
- ix. Lyapunov boyutu
- x. Bilgi boyutu

Bunların hepsi birbiri ile ilişkilidir. Bazıları belirli durumlar için makulken diğer durumlar için değildirler. Alternatif tanımlar bu durumlarda yardımcı olmaktadır. Bazen hepsi mantıklıdır ve birbiri ile uyushmaktadırlar. Bazı durumlarda ise bu metotlar makul görünmekte fakat birbirleri ile çelişmektedirler. Detaylar bazen araştırma matematikçileri için dahi karışık olabilmektedir. Bu yöntemlerin tamamı Mandelbrot'un "Fraktal Boyut"unun özel şekilleridir. Hausdorff'un 1919'daki çalışması bu yöntemlere temel teşkil etmektedir. Bu nedenle tüm yöntemleri incelemek yerine yukarıda ilk üç sırada yer alan en yaygın olan veya konunun anlaşılma sürecinde ve tarihsel gelişiminde önemli yere sahip olan metotların açıklanmaya çalışılması uygun görülmüştür (Peitgen ve diğ. , 1993).

### **3.2.1 Hausdorff Boyutu Yöntemi:**

Fraktal boyut hesaplamada kullanılan en eski metod Hausdorff yöntemidir. bu metodun avantajı bütün kümeler için tanımlanmış olması ve matematiksel uygunluğu sayesinde ölçümü temel aldığı için, farklı sistemler üzerinde kullanımının göreceli olarak basit olmasıdır. Fakat önemli bir dezavantajı birçok durumda hesaplanması ve bilgisayar yardımı ile tahmininin çok zor olmasıdır. Bununla birlikte fraktallerin matematiğinin anlaşılabilmesi için Hausdorff ölçüsü ve boyutunun bilinmesi çok önemlidir (Peitgen ve diğ. , 1993, Falconer, 1997).

Somut durumlarda Hausdorff boyutunun uygulanmasında çeşitli güçlükler çıkmaktadır. Kutu sayma metodu bu güçlüklerden kaçınma açısından daha uygun bir yöntemdir.

### 3.2.2 Kendine Benzerlik Yöntemi:

Kendi kendine benzerlik özelliği kompleks yapının her ölçekte aynı karmaşıklık düzeyini ve/veya geometrik nitelikleri sürdürmesini ifade eder. Her düzeydeki ölçekte simetri anlamına gelir. Fraktal şekiller kendi kendine benzerlik sergiler, büyük oranda büyütüldüğü zaman bile aynı görünümü muhafaza eder. Kendi kendine benzerlik, eğrileri oluşturma tekniğinin bünyesinde de mevcuttur. Aynı transformasyon gittikçe daha küçük ölçeklerde tekrarlanır. Bu nedenle Mandelbrot kümesi gibi fraktal şekillerin barındırdığı zengin resimlerin kataloglanması veya kabaca sayısal betimlemesinin yapılması için sonsuz enformasyona gerek varken, kümenin tam bir betimlemesini yapmak için sadece birkaç düzine kodlu karakter yeterli olmaktadır (Gleick, 1997).

Koch Eğrisi kendine benzerlik özelliği için iyi bir örnektir: Bir yapının kendine benzer olarak adlandırılabilmesi için, her biri bütün yapının birer kopyası olan rasgele küçük parçalara ayrılabilmelidir. Bu durumda küçük parçaların, bütünden benzerlik transformasyonu yolu ile elde edilebilmesi önemlidir. Bu tür transformasyonu anlamının en basit yolu küçültme özelliğine sahip bir fotokopi makinesini düşünmektir. Örneğin Koch eğrisi alınıp fotokopi makinesi ile küçültme faktörü 1/3 olmak üzere 4 kopya çıkarılıp bir araya getirilirse orijinal Koch eğrisine geri dönmüş olur. Aynı şekilde bu 4 kopya tekrar 1/3 küçültme faktörü ile küçültülüp her birinden dörder kopya elde edilirse bu 16 kopya bir araya geldiğinde yine orijinal eğriyi oluşturur. İdeal bir kopyalama makinesiyle bu süreç sonsuz sıklıkta tekrar edilebilir.

Bununla birlikte bir strüktürün sadece kendine benzerlik özelliği taşıması onun aynı zamanda fraktal olduğu anlamına gelmez. Doğru parçası, kare veya küp örnek olarak alınırsa, her birinin benzerlik transformasyonu ile bütünü tekrar elde edebilecek şekilde küçük kopyalara ayrılabilmesi görülmektedir fakat bu strüktürler fraktal değildir.

Ölçek faktörü karakteristik bir özellik olarak değerlendirilebilir: Yukarıdaki örnekte seçilmiş olan 1/3 küçültme faktörü tamamen keyfi olarak belirlenmiştir. Onun yerine 1/2, 1/7 veya 1/356 seçilebilir. Fakat bu gerçekte figürler ve fraktal yapılar arasındaki farklılık yatmaktadır. Son olarak verilen küçültme faktörleri karakteristik niceliklerdir. Örneğin Koch eğrisi sadece 1/3, 1/9, 1/27 gibi değerlere izin verir. Bütün tam anlamıyla kendine benzer strüktürler için yaygın olan bir nokta da, fraktal olsun yada olmasın küçültme faktörü (reduction factor veya scaling factor). ile strüktürün

bölündüğü küçültülen parça sayısı arasında bir ilişki bulunmasıdır (Peitgen ve diğ. , 1993).

“Çizgi, kare ve küp için parça sayısı  $a$  ve küçültme faktörü  $s$  arasında bir kuvvet yasası ilişkisi bulunmaktadır. bu yasa;

$$a = 1/ s^D \quad (3.1)$$

şeklinde ifade edilebilir. Çizgi için  $D=1$ , kare için  $D=2$  ve küp için  $D=3$ 'tür. Diğer bir deyişle kuvvet yasasındaki üs, çizgi, kare ve küpün topolojik boyutları olarak aşına olunan bu sayılarla tamamen uyuşmaktadır. Bununla beraber Koch eğrisine bakıldığında  $a=4$ ,  $s=1/3$  ve  $a=16$ ,  $s=1/9$  ilişkisi o kadar açık görülmemektedir. Fakat çizgi, kare ve küp örneklerinin rehberliğinde daha karmaşık örnekler üzerinde çalışılabilir.  $a = 1/ s^D$  eşitliği postüla (koyut). olarak alınabilir. Bu durumda Koch eğrisi için  $4 = 1/ (1/3)^D$  ;  $4 = 3^D$  dir. İki tarafın logaritması alınır;  $\log 4 = D. \log 3$ , buradan da  $D=\log 4/\log 3 \approx 1,2619$  bulunur. Küçültme faktörünün  $1/9$  alınması halinde  $16 = 9^D$  ;  $\log 16 = D. \log 9$  ; buradan  $D=\log 16/\log 9$  hesaplanırsa:

$$\text{aynı } D = \log 4^2 / \log 3^2 = 2\log 4 / 2\log 3 = \log 4 / \log 3 \approx 1,2619 \text{ değeri elde edilir.}$$

Genel kural olarak

$$D = \log 4^k / \log 3^k , D = \log 4 / \log 3 \quad (3.2)$$

anlamına gelmektedir.

Bu nedenle parça sayısı ile küçültme faktörü arasındaki kuvvet yasası ilişkisi, değerlendirmede kullanılan ölçekten bağımsız olarak aynı  $D$  değerini vermektedir. 1 ve 2 arasındaki bu  $D$  rakamı Koch eğrisinin kendine benzerlik boyutu olarak adlandırılır. Daha genel olarak verilen kendine benzer – küçültme faktörü  $s$  ile yapının bölünebileceği parça sayısı  $a$  arasında ilişki bulunan- bir strüktür için;

$$a = 1/ s^D \text{ veya } D = \log a / \log (1/s). \text{ dir.}$$

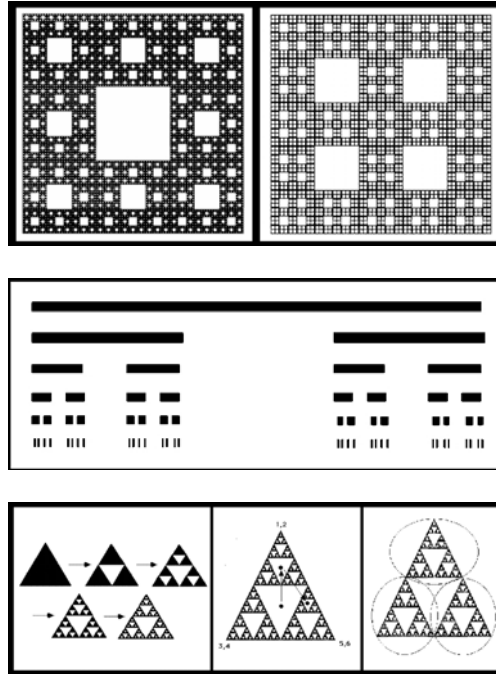
$D$ : kendine benzerlik boyutu.

Diğer fraktal boyut çeşitleri ile karıştırılmaması için kendine benzerlik boyutu  $D_s$  sembolü ile tanımlanacaktır. Çizgi, kare ve küpün kendine benzerlik boyutları; 1, 2 ve 3; Koch eğrisi için bu boyut  $D_s \approx 1.2619$  dur (Peitgen ve diğ. , 1993).

“Daha detaylı olarak incelemeden önce birkaç kendine benzer obje ve hesaplanan boyutlarının verilmesi faydalı olacaktır (Tablo 3. 3), (Şekil 3. 10).

Tablo 3. 3. Kendine Benzer Objelerin fraktal Boyutu

Objeler	Ölçek	Parça sayısı	Boyut
Cantor kümesi	$1/3^k$	$2^k$	$\text{Log } 2 / \text{log } 3 \approx 0,6309$
Sierpinski contası	$1/2^k$	$3^k$	$\text{Log } 3 / \text{log } 2 \approx 1,5850$
Sierpinski halısı	$1/3^k$	$8^k$	$\text{Log } 8 / \text{log } 3 \approx 1,8928$



Şekil 3.10 Sierpinski Halısı ve Contası, Cantor Kümesi (Stephens, 1998)

Kendine Benzerlik Boyutu ve Uzunluk Ölçümü:

Farklı pergel uzunlukları kullanılarak yapılan uzunluk ölçümünün kuvvet yasası ile fraktal eğrinin kendine benzerlik boyutu arasındaki ilişki şu şekilde formüle edilebilir:

$$D_s = 1+d \quad (3.3)$$

$d$ ; uzunluk ( $u$ ) ile presizyonun ( $1/s$ )  $\log/\log$  diyagramındaki eğimi ifade eder yani;  $u = c/s^d$  dir. İlk olarak kuvvet yasasındaki  $c$  faktörünün 1 alınması gibi uzunluk ölçümü için uygun birim uzunluk belirlenir.

$$u = 1/ s^d \quad (3.4)$$

logaritma alınarak şu formül elde edilir:

$$\log u = d. \log 1/s \quad (3.5)$$

$u$ ;  $s$  pergel boyutuna bağılı olan uzunluktur. Diğer yandan  $a = 1 / s^d$  şeklinde kuvvet yasası bulunmaktadır. Burada  $a$ ; ölçekleme faktörü  $s$  olan kendine benzer fraktalin değişim aşamasındaki kutu sayısıdır. Logaritmik şekilde bu formül;

$\log a = D_s. \log 1/s$  şekline ifade edilir. Uzunluk  $u$  ve kutu sayısı  $s$  arasındaki bağlantı görülmektedir. Ölçekleme faktörü 1 iken uzunluk  $u = 1$  olarak ölçülür. Bu yukarıdaki (3.4). eşitliği için doğrudur. Birimler  $s=1$  olacak şekilde ayarlandığından uzunluk  $u=1$  olur. Böylece bütün objenin, her birinin boyutu  $s$  olan  $a$  sayısı kadar küçük parçanın birleşiminden oluşması durumundaki herhangi bir  $s$  ölçeğinde, toplam uzunluk  $a$  kadar  $s$ , yani;  $u = a. s$  olur. Logaritmaları alınarak  $\log u = \log a + \log s$  elde edilir. Bu eşitlikte  $\log u$  ve  $\log a$  yerine eşitliklerdeki karşılıkları konursa;  $d. \log 1/s = D_s. \log 1/s + \log s$ ,  $\log 1/s = -\log s$  olduğundan;  $-d. \log s = -D_s. \log s + \log s$  ve eşitlik  $\log s$  ye bölünürse sonuçta;  $D_s = 1 + d$  elde edilir.

Sonuç olarak kendine benzerlik boyutunun iki eşdeğer yolla hesaplanabileceği söylenebilir:

- i. Geometrik formun kendine benzerliği temel alınarak;  $s$ , parçaları bütünü kopyası olarak karakterize eden ölçek faktörü olmak üzere,  $a$ , parça sayısı ile  $1/s$  arasındaki kuvvet yasası tanımlanır. Bu yasadaki  $D_s$  üssü kendine benzerlik boyutudur.
- ii. Pergel yöntemi ile uzunluk ölçümü uygulanarak, uzunluk ve  $1/s$  ile ilişkili olan kuvvet yasası bulunur. Bu yasadaki  $d$  üssü bir artırılarak kendine benzerlik boyutu,  $D_s = 1+d$  elde edilir.

Bu sonuçlardan yola çıkılarak, bu yöntemler, kıyı çizgileri ve benzerleri gibi kendine benzer olmayan alternatif yapılar için de genelleştirilebilir. Böylece pergel boyutu(compass dimension, divider veya ruler dimension). tanımlanmış olur:

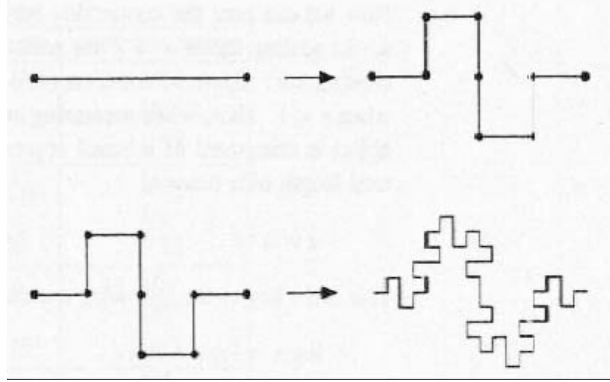
$$D_c = 1+d \quad (3.3)$$

$d$ : uzunluk( $u$ ) ve Prezisyonun ( $1/s$ )  $\log/ \log$  diyagramındaki doğrunun eğimidir.

Diğer bir kendine benzer eğri örneği de  $3/2$  eğrisidir (Şekil 3.11) İnşa süreci uzunluğu 1 birim olan bir doğru parçasıyla başlamaktadır. İlk adımda bu doğru parçası dönüşüm (generator) eğrisi ile değiştirilir. Bu, her biri  $1/4$  birim uzunluğunda olan sekiz parçadan oluşan bir poligondur. Poligonal çizginin toplam uzunluğu  $8/4$ , yani öncekinin iki katıdır. Diğer adımda poligonal çizgi birinci adıma göre  $1/4$  faktörüyle küçültülür. İkinci adımdan sonra her birinin uzunluğu  $1/4^2$  olan  $8^2$  kadar

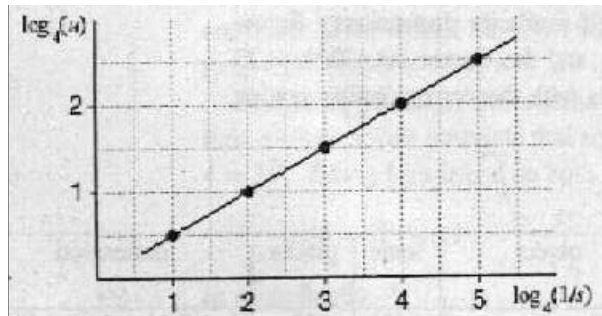
doğru parçası elde edilir. Bu durumdaki toplam uzunluk;  $8^2 / 4^2 = 2^2$  kadardır. Daha sonraki adımda,  $1/4^2$  faktörü ile ölçek küçültülür ve her birinin uzunluğu  $1/4^2$  olan parçalar küçültme faktörü ile küçültülerek bu işleme devam edilir. Görüldüğü gibi sonuçtaki eğrinin uzunluğu her adımda ikiye katlanmaktadır. Doğru parçası sayısı ise her adımda 8 faktörü ile artar. k. adımda her birinin uzunluğu  $1/4^k$  olan  $8^k$  doğru parçası bulunur. Bu verileri log/log diyagramına girerek (tercihen  $\log_4$  tabanında çalışarak). Şekil 3. 12 deki grafik elde edilir. Çizginin eğimi ölçülürse  $d=0.5$  bulunur. Uzunluğu  $1/4^k$  olan parçalardan oluşan bir eğrinin toplam uzunluğu direkt olarak  $2^k$  ile bulunabilir ve bu  $d=1/2$  olan kuvvet yasasını ifade eder:

$$u = \sqrt{1/s} = 1/s^{0.5} \quad (3.6)$$



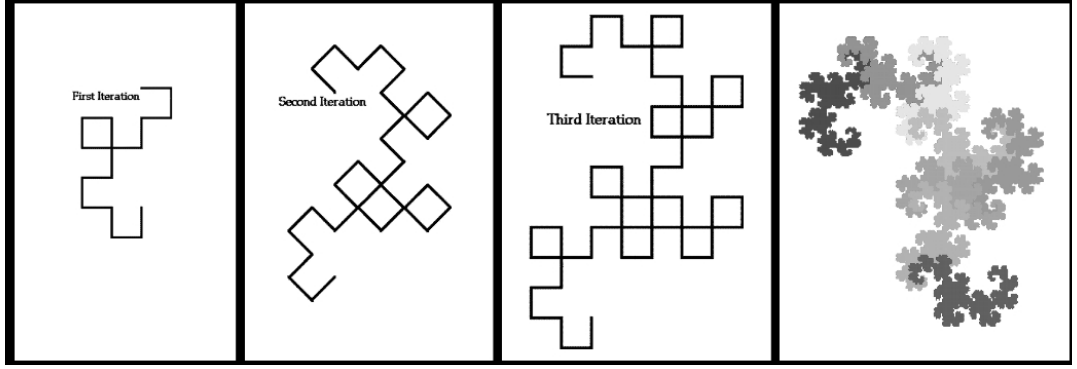
Şekil 3. 11 3/2 Eğrisinin İki İterasyon Aşaması ( Peitgen ve diğ. , 1993)

Böylece eğriye 3/2 eğrisi adı verilmesinin nedeni olan pergel boyutu ve kendine benzerlik boyutunun birbirine eşit ve  $D = 1 + d = 1.5$  olduğu görülür (Peitgen ve diğ. , 1993).



Şekil 3.12 3/2 Eğrisinin Logaritmik Grafiği ( Peitgen ve diğ. , 1993)

Aynı geometrinin defalarca farklı ölçeklerde tekrarlanması yoluyla yukarıda verilenlerden çok daha karmaşık formlar üretmek mümkündür. Şekil 3.13'de verilen iterasyon iterasyon yoluyla üretilen karmaşık yapılara bir örnek olarak gösterilebilir (Lanius, 2000).



Şekil 3.13 İterasyon Yoluyla Karmaşık Yapı Üretimi (Lanius, 2000)

### 3.2.3 Kutu sayma yöntemi:

Kutu sayma boyutu konsept olarak kendine benzerlik boyutu ile ilişkilidir. Bu yöntem çoğunlukla kendine benzerlik boyutu ile aynı sayıları verse de bu durum her zaman geçerli değildir. Genellikle kıyı çizgileri gibi farklı pergel uzunluk ayarları ile çalışılabilecek örnekler veya kendine benzerlik özelliği gibi, karakterize edilebilecek çok özel nitelikleri olan yapılar örnek olarak gösterilmektedir. Fakat bir yapının tamamıyla kendine benzerlik özelliği gibi özel bir niteliği olmaması ve Şekil 3.14'deki gibi karışık bir şekil olması durumunda pergelle ölçülebilecek bir eğriden söz edilemez. Kısmen ölçekleme özelliği olsa da kendine benzerlik yoktur. Örneğin sağ alt köşedeki kısım üstteki büyük kısma biraz benzemektedir.



Şekil 3.14 Karmaşık Fraktal Örneği (Peitgen ve diğ., 1993)

Kutu sayma boyutu, kendine benzerlik özelliği aramadan, düzlem üzerindeki her yapıya uygulanabilen ve uzaydaki her yapıya da kolayca adapte edilebilecek sistematik bir ölçüm yöntemi sunmaktadır. Bu fikir kıyı ölçümü ile yakından ilişkilidir. Strüktür birim boyutu  $s$  olan bir grid üzerine yerleştirilerek bu yapıyı içeren kutular sayılır. Bu şekilde  $N$  ile adlandırılabilir bir sayı elde edilir. Bu sayı seçilen  $s$  birim boyutuna bağlı olduğundan  $N_{(s)}$  olarak yazılabilir. Daha sonraki aşamada  $s$  boyutu

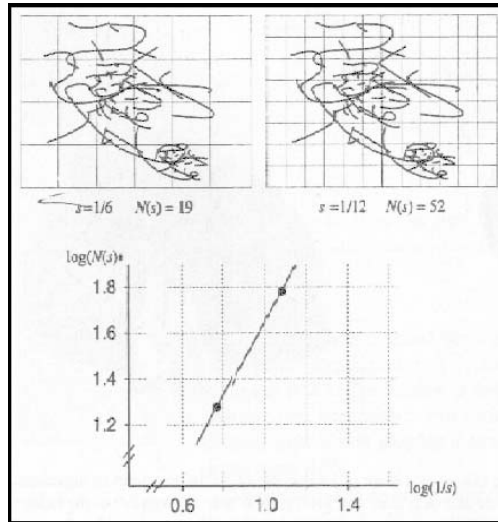
derece derece küçültülerek  $N_{(s)}$  değerleri bulunur. Ardından log/log -daha doğrusu  $\log(N_{(s)}) / \log(1/s)$ - diyagramı serpmeye diyagramı şeklinde çizilir.  $N_{(s)}$ - $\log(1/s)$  değerlerinin oluşturduğu noktalara uyan doğru çizilerek  $D_b$  eğimi bulunur. Bu sayı kutu sayma boyutu olarak Mandelbrot'un fraktal boyutunun özel bir şekli olarak bilinir. Şekil 3.15, bu yöntemi sadece iki ölçüm yapılmak suretiyle göstermektedir. Eğim değeri olarak yaklaşık  $D_b = 1.45$  bulunmuştur.

Pratik olması açısından birbirini izleyen iki grid boyutunun  $1/2$  faktörü ile küçültülecek şekilde düşünülmesi hesaplamayı kolaylaştıracaktır. Bu yaklaşımda griddeki her bir kutu, yarı boyuttaki diğer griddede dört parçaya bölünür. Gridleri bu şekilde kullanarak  $N(2^{-k})$  değeri ile genellenebilecek bir grid serisi elde edilir. Burada  $k = 0, 1, 2, \dots$  Gibi herhangi bir doğal sayı olabilir. Buradan; en kaba grid için  $s=2^0=1$  dir.

Log/log diyagramında bir veriden diğerine çizilen doğrunun eğimi;

$$[\log N(2^{-(k+1)}) - \log N(2^{-k})] / [\log 2^{k+1} - \log 2^k] = \log_2 [N(2^{-(k+1)}) / N(2^{-k})] \quad (3.7)$$

Soldaki terim herhangi bir logaritma tabanında olabilirken sağdaki terim 2 tabanında yazılmıştır. Sonuç, bir eğriden diğerine geçerken kutu sayısındaki artışın 2 tabanında logaritmasıdır. Bu eğim fraktalin kutu sayma boyutu değeridir. Yani, eğer sayılan kutular, kutu boyutu yarıya indiğinde  $2^D$  faktörü oranında artıyor ise fraktal boyut  $D$ 'ye eşittir (Peitgen, ve diğ., 1993).

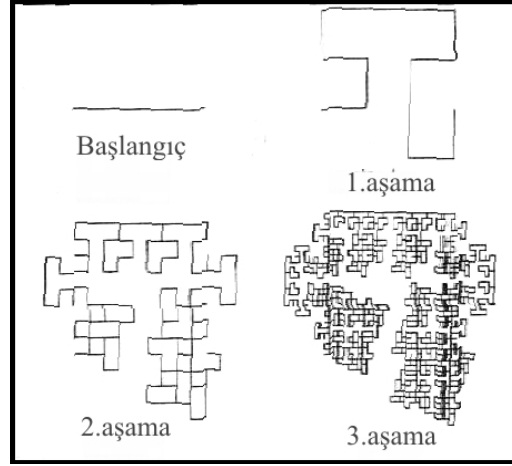


Şekil 3.15 Karmaşık Fraktalin Kutu Sayma Yöntemi ile Hesaplanan Boyutu ( Peitgen ve diğ. , 1993)

Kendine benzerlik ve kutu sayma boyutu birbirinden farklıdır: Koch eğrisi ve  $3/2$  eğrisinin her birinin  $D_b$  kendine benzerlik ve pergel boyutlarının aynı olduğunu deneysel yolla kanıtlamak faydalı olacaktır. Bununla beraber  $D_b$  kutu sayma boyutunun bir düzlem içerisinde kesinlikle 2'den fazla olamayacağı açıktır. Kendine

benzerlik boyutu  $D_s$  ise bir düzlem içerisindeki eğri için kolaylıkla 2'yi aşabilir. Buna örnek olarak küçültme faktörü  $s=1/3$  ve değişim aşaması ile elde edilen parça sayısı  $a>9$  olan Şekil 3.16'deki gibi bir strüktür düşünülebilir. Bu durumda;

$$D_s = \log a / \log 1/s > 2 \text{ olur.}$$



Şekil 3.16 Kendisiyle Çakışan Eğriler ( Peitgen ve diğ. , 1993)

Bu çelişkinin nedeni şekil 3.15'in üst üste çakışan kısımlara sahip olması ve kutu sayma metodunda bu kısımlar sadece bir kez sayılabilirken, kendine benzerlik metodunun çok katlılığa uygun olan hesaplama metodu ile hesaba dahil edilmesidir. Bu eğri için  $s=1/3$   $a=13$  ve kendine benzerlik boyutu;

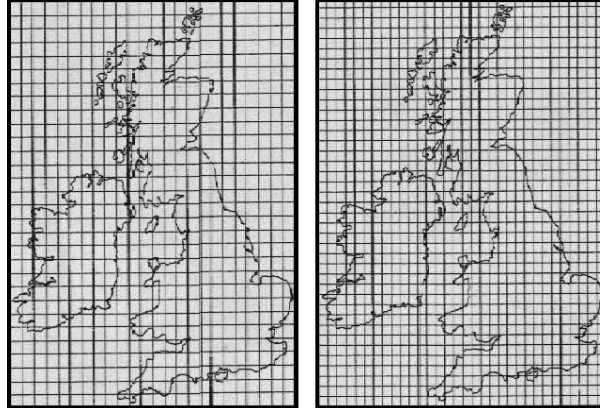
$$D_s = \log 13 / \log 3 \approx 2.335 \text{ tir.}$$

Kutu Sayma Metodunun Avantajları:

Kutu sayma metodu bütün bilimlerde ölçüm için en çok kullanılan yöntemdir. Bu baskınlığının temelinde makine ile kolaylıkla otomatik olarak hesaplanabilmesi yatmaktadır. Program kendine benzerliğin olması veya olmaması durumundan bağımsız olarak uygulanabilir. Ayrıca objeler daha yüksek boyutsal alan içerisine de oturtulabilir. Örneğin, üç boyutlu uzayda objeler düşünülüyorsa, kutular düzlem içerisinde değil yükseklik, genişlik ve derinliği olan üç boyutlu küplerdir. Bununla birlikte konsept, Cantor kümesi gibi fraktal yapılara da uygulanabilmektedir. Buna klasik örnek olarak İngiltere'nin kıyı çizgisi düşünülebilir. Şekil 3.17, iki grid sistemi altında kıyının ana hatlarını göstermektedir.

Tüm grid 1 birim olarak düşünülürse, ağ boyutları  $1/24$  ve  $1/32$  olan iki ayrı ölçek görülmektedir. Kutu sayma sonucu 194 ve 283 kutunun kıyı çizgisini kesmekte olduğu belirlenir. Bu bilgidен sonra kutu sayma boyutunu hesaplamak kolay olacaktır. Verileri log/log diyagramına girerek iki noktayı birleştiren doğrunun eğimi;

$d = [\log 283 - \log 194] / [\log 32 - \log 24] \approx [2.45 - 2.29] / [1.51 - 1.38] \approx 1.31$  olarak bulunur.



Şekil 3.17 İngiltere'nin Kıyı Çizgisinin Fraktal Boyutu ( Peitgen ve diğ. , 1993)

Fraktal boyut kavramı, bilim adamlarını yeni bir çalışma alanı olarak etkilemiştir. Bir süre fraktal boyut dünyadaki karmaşık yapılar ve olaylarda yeni bir düzen ortaya çıkarmaya izin verecek bir kavram olarak düşünülmüştür. Bu ümit bazı sınırlamalar nedeni ile kırılmıştır: Önemli bir nokta, çeşitli boyut hesaplama yöntemlerinin değişik yanıtlar verebilmesi durumudur. Her biri farklı kutu sayma boyutu değerine sahip olan fraktallerin birleşiminden oluşan bir yapı da düşünülebilir. Böyle bir durumda kümenin boyutu basit olarak içerdiği boyutlar içinden en büyük olan değeri alır. Fakat bu şekilde hesaplanan boyutun, yapının farklı boyutlardan oluşan karakterini yansıtmayacağı açıktır. Asıl istenen, yapıdaki fraktal boyut dağılımı hakkında bilgi veren bir rakamlar spektrumu elde edebilmektir. Bu program "multifraktal" konusu kapsamına girmektedir (Falconer,1990, Peitgen ve diğ. , 1993).

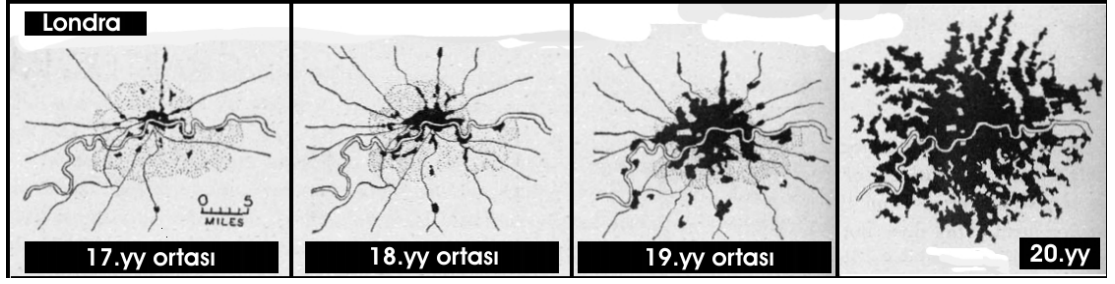
### 3.3 Konu İle İlgili Mevcut Çalışmaların Değerlendirilmesi

Konu ile ilgili çalışmalar üç ayrı ölçekte devam etmektedir:

#### 3.3.1 Kent Bütünü Ölçeğinde

Kent ölçeğinde, kent morfolojisi, fonksiyonların dönüşümü ve birbirleri ile etkileşimi, çekim alanı oluşturan fonksiyonlar, gecekondulu alanları üzerinde araştırmalar yapılmaktadır.

Kent morfolojisinin değişimi ve farklı dönemlerdeki fraktal yapısının incelenmesi kent mekanının değerlendirilmesine farklı bir yaklaşım getirmektedir. Üst ölçekten bakıldığında kent gelişiminin süreklilik gösterdiği ve başlangıç koşullarının kentin gelişimini etkilediği görülmektedir (Şekil 3.18).



Şekil 3.18 Londra'nın Fraktal Gelişimi

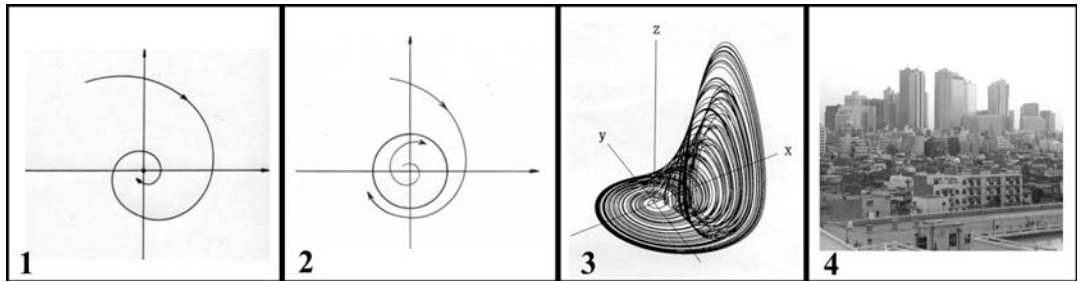
Batty ve Xie tarafından kuzeydoğu Amerika'da bulunan altı kent üzerin de yapılan araştırmalar sonucunda Albany, Columbus, Buffalo, Pittsurgh, Cleveland ve Syracuse adlı kentlerin fraktal boyutlara sahip olduğu görülmüştür (Batty ve Xie, 1996).

Kentin mekansal organizasyonunda çekicilerin önemi üzerinde yapılan çalışma başarılı bir örnek oluşturmaktadır. Bu çalışmadan elde edilen bulgular şöyle özetlenebilir:

Bu çekiciler kenti organize ederek kullanıcıların kent içinde yönlenmelerini kolaylaştırır. Kent, çekim bölgelerinden oluşur ve bu çekim zonları içerisinde daha küçük ölçekli çekicilerin oluşturduğu çekim zonları vardır.

Genel olarak çekiciler ayrı dinamik formlara sahiptir (Şekil 3.19) :

- i. Durağan, sabit noktalar
- ii. Sınırlı dairesel çekiciler
- iii. Yarı periyodik çekici bölgeleri



Şekil 3.19 Japonya örneğinde Garip Çekiciler (Rodin ve Rodina, 2000)

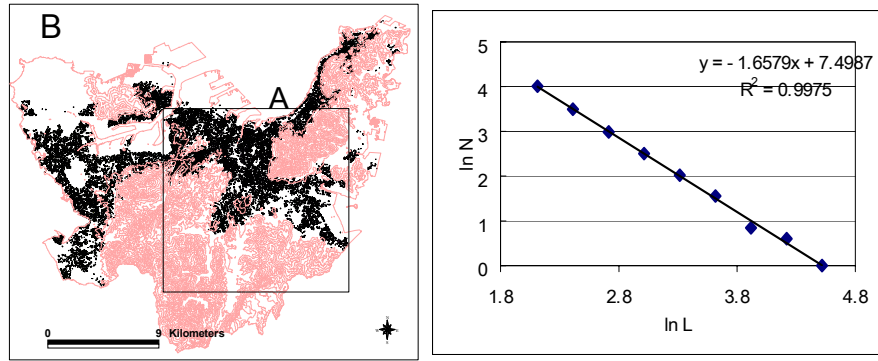
Tokyo'nun kentsel gelişiminde ayırt edilen temel çekiciler şunlardır:

- i. Sabit, durağan çekiciler: Imperial Palace
- ii. Sınırlı dairesel çekiciler: Tapınak ve dini yapılar

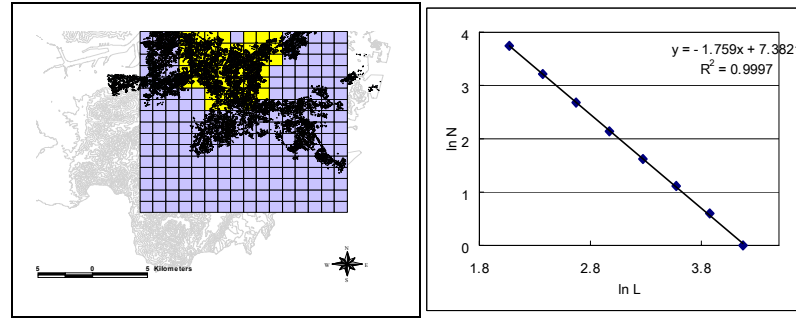
iii. Kaotik veya garip çekiciler: Tren istasyonları, ticari bölgeler, eğlence bölgeleri

iv. Donmuş, ölü çekiciler: Kent planlama komitesince çekici olmasına çalışılan fakat gereğinden fazla çekici hale getirilerek aşırı yüklenen bölgeler (Rodin ve Rodina, 2000).

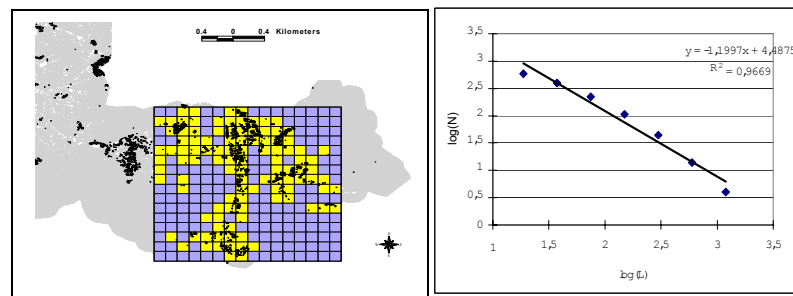
Moon tarafından Kore'de yapılan bir çalışmada Kitakyushu kenti ve Chingu Machi kırsal bölgesinin fraktal boyutları GIS programından faydalanılarak araştırılmış Kitakyushu kent bütününde 1.6579 (şekil,3.20).; kent merkezinde, 1.7590 (şekil,3.21).; Chingu Machi'de 1.1997 (şekil,3.22). değerleri elde edilmiştir (Moon, 2002).



Şekil 3.20 Kitakyushu kent bütünü fraktal değeri (Moon, 2002)



Şekil 3.21 Kitakyushu kent merkezi fraktal değeri (Moon, 2002)



Şekil 3.22 Chingu Machi Bölgesi fraktal değeri (Moon, 2002)

### 3.3.2 Kentsel tasarım ölçeğinde

Kentsel tasarımda üç ayrı bileşen bağlantılarla bir araya getirilir: doğal elemanlar, insan aktivite odakları ve mimari elemanlar.

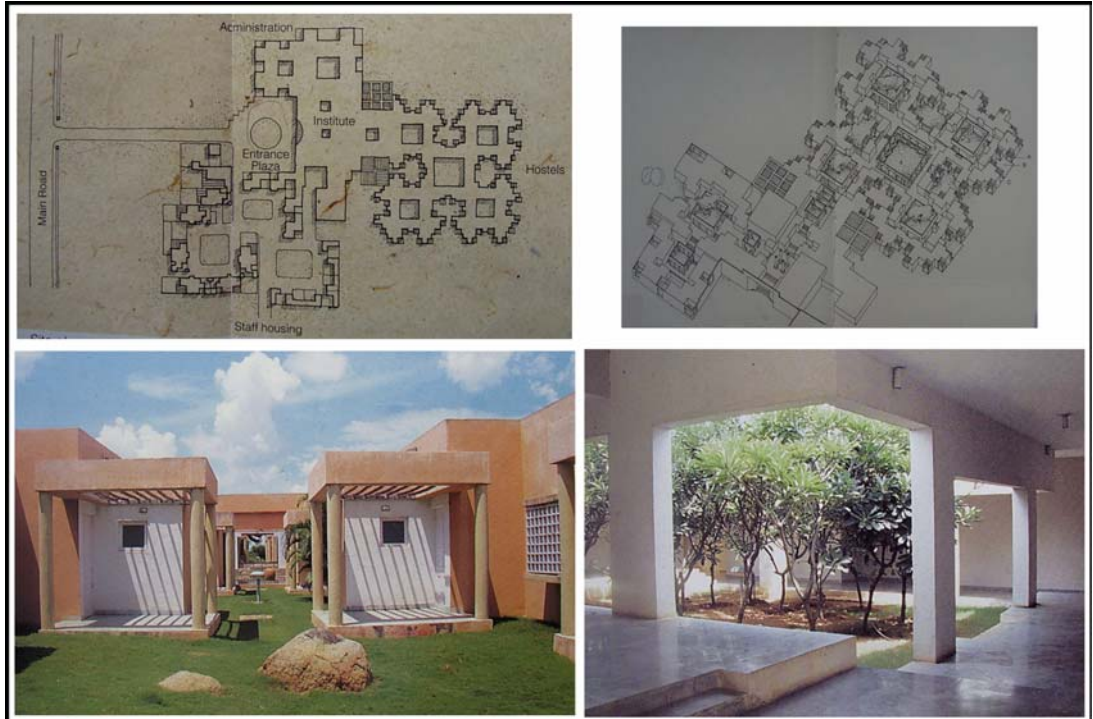
Kentsel açık alanların mekansal yapısı, özel-yarı özel-kamusal alan hiyerarşisi ve bu hiyerarşiye katılan bileşenlerin özellikleri, mimari ve kent ölçeği arasındaki etkileşim konuları üzerinde çalışılmaktadır.

Williams, zemin kaplaması gibi detayların kullanıcı ile yapısal çevre arasındaki bağı güçlendirdiğini vurgulamaktadır (Williams, 2000).

### 3.3.3 Bina ve bina elemanı ölçeğinde

Alt ölçekteki geometrik kompleks yapıları yöneten birçok süreç kent bütününe katkıda bulunmaktadır. Tek yapı ve yapı elemanının geometrik özellikleri, malzeme, renk, doku, ölçek, harmoni gibi kavramlar fizik ve matematik ile ilişkilendirilerek değerlendirilmektedir.

Bovill, fraktal geometrinin mimari tasarıma yardımcı bir araç olarak kullanılabileceğini belirtmekte, aynı zamanda mevcut yapıların analizinde de kullanmaktadır (Bovill, 2000).



Şekil 3.23 Fraktal Boyutlu Mimari Tasarım Örneği (Correa, 1996)

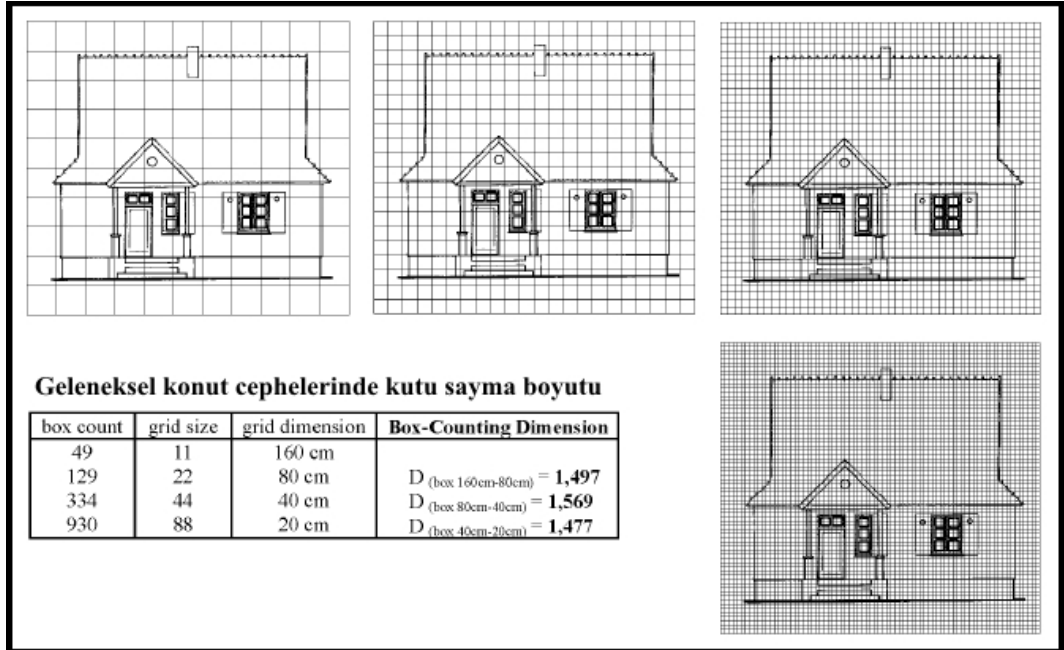
Fraktal geometrinin mekan elemanı olarak ifadesi Charles Correa'nın tasarımlarında görülebilir. Kendine benzerlik özelliğinin görüldüğü plandaki fraktal yapı, mekana arayüzler şeklinde yansımaktadır (Şekil 3.23), (Correa,1996).

Bu tasarımlarda plan üzerinde görülen kendine benzerlik yolu ile üretilebilen geometri, mekana yine fraktal özelliğe sahip boşluklu yüzeyler olarak yansımıştır.

Zarnowiecka'nın Polonya'daki geleneksel konut cephelerinin değişimi konusunda yapmış olduğu çalışmada bina cepheleri üzerinde fraktal boyut analizleri yapılarak tasarıma yardımcı araç olarak değerlendirilmektedir (Şekil 3.24-25) (Zarnowiecka, 2001).



Şekil 3.24 Polonya'da geleneksel konut cephelerinin değişimi (Zarnowiecka, 2001)



Şekil 3.25 Konut cepheleri üzerinde fraktal boyut analizi

Bina ölçeğinde kompleks yapı ile ilgili olarak Salinger ve Klinger tarafından termodinamik yasalarından yararlanılarak yapılan çalışma, modern dönem binaları ile tarihi yapılar arasındaki farkın vurgulanması açısından önem taşımaktadır.

Bu model iki kısımdan oluşmaktadır:

Mimari sıcaklık derecesi, T: Mimari formun eğrilik ve renklilik derecesi olarak tanımlanır. Mimari sıcaklığın ölçülmesi için yöntemin basitleştirilmesi açısından T'ye katkıda bulunan T<sub>1</sub>'den T<sub>5</sub>'e kadar olmak üzere beş bileşene ayrılmıştır. Her nitelik 0'dan 2'ye kadar bir değerle ifade edilir. 0; Çok az, 1; Biraz, 2;belirgin derecede anlamına gelir. Beş farklı bileşen ise şu şekilde özetlenebilir:

T<sub>1</sub>: Algılanan detayın küçüklük ve yoğunluğu

T<sub>2</sub>: Farklılaşma yoğunluğu

T<sub>3</sub>: Çizgilerin eğriliği

T<sub>4</sub>: Renk çeşitliliği yoğunluğu

T<sub>5</sub>: Renk çeşitliliğinde kontrast

Bu durumda  $T = T_1 + T_2 + \dots + T_5$  ve  $0 < T < 10$  olur.

Mimari harmoni, H: Bu özelliklerin bütünlük ve iç simetrisini belirtir. Kentin en önemli tasarım karakteristiği olan bütünlük, görsel düzenden daha fazla şey ifade etmektedir.Yöntemin uygulanabilirliğini artırmak için mimari harmoni, her biri 0 ile 2 arasında değere sahip beş bileşene ayrılmıştır. Çok az için 0, kısmi harmoni için 1, belirgin harmoni için 2 değerleri verilmektedir. Mimari harmoni 0 ile 10 arasında değer alır.

H<sub>1</sub>: Bütün ölçeklerdeki düşey yansıma simetrisidir.

H<sub>2</sub>: Tüm ölçeklerde öteleme ve döndürme simetrileridir.

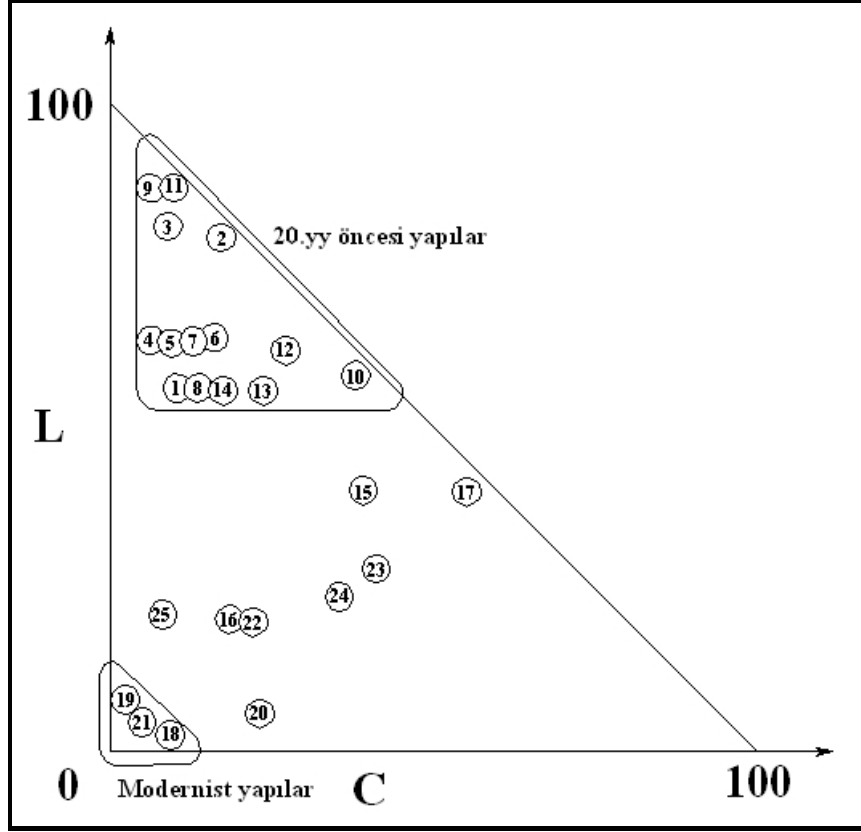
H<sub>3</sub>: Benzer şekillere sahip formların yoğunluk derecesidir.

H<sub>4</sub>: Birbiriyle bağlı formların derecesidir.

H<sub>5</sub>: Renklerin uyum derecesidir.

$H = H_1 + H_2 + \dots + H_5$ ,  $0 < H < 10$

Mimari sıcaklık (T), Harmoni(H), Mimari Entropi( $S=10-H$ ) Komplekslik( $C=T.S$ ), Yaşamsallık( $L=T.H$ ) değerleri hesaplanarak binalar değerlendirilmiş ve şekil 3.26'daki grafik elde edilmiştir. Bu grafikte görülen sayılar Ek. B Tablo 1'de verilen binaları temsil etmektedir.



Şekil 3.26 Tarihi Binaların Komplekslik ve Yaşam Zenginliği Değerleri (Salingaros, 2000)

Grafikte de görüldüğü gibi geleneksel yapılar yüksek L değerine sahipken modern yapılar düşük değerlere sahiptir. Saf modern bina örnekleri olan 18,19 ve 21 no'lu yapılar(Ek.B,Tablo1)  $L < 10$ ,  $C < 10$  ve  $L = 10 - C$  diyagonalinin oluşturduğu üçgen içinde yer almaktadır.

Kendine benzer fraktal şekillerde eğriselliklerinden dolayı T değeri çok yüksek aynı zamanda H'ları da oldukça yüksektir çünkü kendine benzerlik özelliğine sahiptirler. Bunun sonucunda da yüksek L mimari yaşamsallık değerine sahiptirler (Salingaros, 2000, Klinger ve Salingaros, 2000).

### 3.4 Bölüm Sonucu ve değerlendirme

Kaos teorisi ve fraktal geometri çok yönlü ve dinamik yapıları ile, kentsel sistemlerle benzeşmektedirler. Bu nedenle ketsel sistemin farklı yönlerden değerlendirilmesi, bütünsellikten uzaklaşmadan yapılabilmektedir. Kaotik süreç kentsel dinamiklerin işleyişinin anlaşılmasına yardım ederken, fraktal geometri ile mekanın boyutu, hiyerarşik yapı, karmaşıklık derecesi, oluşum özellikleri değerlendirilebilmektedir. Kent bütünü, kentsel tasarım ve bina ölçeğinde yapılmış olan çalışmalar da bu görüşleri desteklemektedir.

#### **4. ŞEHİRSEL TASARIMDA KAOS TEORİSİ VE FRAKTAL GEOMETRİNİN MEKANSAL ANALİZ, DEĞERLENDİRME VE TASARIMDA KULLANIMI**

Üç ayrı geometrik boyutu ifade eden nokta, çizgi ve alan her alanda kullanıldığı gibi, mekan tanımlamada da kullanılmaktadır:

Gerçek dünya sadece 0, 1, 2 ve 3 boyutlu nesnelere oluşan basit ve statik bir yapıda değil, aksine son derece kompleks ve dinamik bir yapıya sahiptir. Sadece doğal sayılarla değil, rasyonel sayılarla ifade edilmesi gereken boyutlar söz konusudur. Buçuklu, kırıklı boyutlar anlamına gelen fraktal boyutlu cisimler bulunmaktadır. Bunların bir kısmı bina elemanı, yapı grubu veya daha büyük ölçekte, ulaşım sistemi gibi kentin özelleşmiş bir parçası veya bir yerleşme bütününe kompleks yapısı olarak ortaya çıkar.

Yerleşmenin kompleks yapısı farklı ölçeklerde varlığını sürdürmektedir. Mimari ve planlama ölçeklerinde kullanıcı, planıcı veya mimar tarafından yapılan tasarımın temelinde; hareketin organize edilerek, insanın bireysel veya topluluk olarak davranışları yada ölçeğe bağlı olarak araçların hareketine göre mekanın organizasyonu bulunmaktadır. Yapı biriminden, metropoliten kent ve hatta ülke ölçeğine kadar, insan veya taşıt gibi yine insanın kontrol ettiği nesnelere hareketinde ölçek farklılığından kaynaklanan hareket hızının değişmesi gibi bazı nicelikler değişmekle beraber hareketin temel yapısı benzerliğini korumaktadır. Tek bir yapı, hatta yapı elemanından bütün bir kent ölçeğine kadar olan hiyerarşik yapının tamamında fraktal boyut varlığını sürdürmektedir.

Ayrıca fraktal boyutu zaman içerisinde değişen nesnelere de söz konusudur. Jaluziler, güneş kırıcılar gibi hareketli elemanlar veya daha büyük ölçekli hareketli yapı parçaları boyutu değişken nesnelere örnek olarak gösterilebilir.

##### **4.1 Yerleşimlerin Fraktal Yapısını Belirleyen Özellikler**

Yerleşmeler sadece fiziksel çevreleriyle değil, kullanıcıları ve kullanıcıların zaman içerisinde yerleşmenin fiziksel yapısı ile etkileşerek oluşturduğu bütün olarak değerlendirilmelidir. Bir yerleşmede mekan, kullanıcı tarafından genel olarak,

- i. Biçim aldığı ilk bağlam olan doğal çevre ve onun özellikleriyle

- ii. Toplumun doğayı kullanarak sosyal süreçlerle dönüştürdüğü sosyal içeriğiyle
- iii. Tarihsel süreçlerle zamanın bir ürünü, zamanla gelişen bir oluşum olarak
- iv. Kamusal/özel ilişkiler bağlamındaki nitelikleriyle
- v. Sosyal, fiziksel ve sembolik boyutlarıyla
- vi. Üstlendiği işlevler yoluyla
- vii. Mekansal kurguları, geometrileri ve kentsel biçimleriyle
- viii. Öznel ve duyusal tepkileri oluşturan görsel deneyimlerle kavranabilir (Madanipour, 1996).

Her biri alt başlıklara ayrılabilen bu özelliklerin bir araya gelmesi ile oluşan yerleşmenin sıradan üç boyutlu bir nesne gibi düşünülmemeyeceği ve değerlendirilmeyeceği açıktır. Matematiksel ve geometrik olarak incelenmesi mümkün olan mekansal kurgu, geometri ve biçim özelliği dikkate alındığında yerleşme bütünü ve yerleşmeyi oluşturan fiziksel elemanların, klasik matematik ve geometri yöntemleri ile açıklanmaya çalışılmasının yeterli olmayacağı görülmektedir. Bu değerlendirmenin en önemli nedenleri arasında;

- i. Klasik Öklid geometrisi ile ancak tamsayı olarak ifade edilen boyutlara sahip nesnelerin özellikleri ölçülebilmektedir. Ayrıca kentin mekansal özellikleri zaman içerisinde farklı anlarda tanımlanabilirken zamanın sürekli yapısına uygun şekilde, mekansal dönüşümü de kapsayan dinamik özelliğe sahip olmaması,
- ii. Geometrik ve matematiksel özellikleri tanımlanan mekanların birbirinden bağımsız olarak değerlendirilmesi, yerleşimin yaşamını sürdürebilmesi için son derece önemli olan mekanlar arasında ve özellikle ölçekler arası ilişkilerin belirlenememesi sayılabilir.

Bu nedenle mekanın geometrik yapısının plandaki görsel etkisi yerine yerleşimin yaşantısını zenginleştiren mekansal özelliklerin ölçekten bağımsız olarak korunan temel nitelik ve niceliklerinin araştırılması, mekanın anlaşılmasında ve mekansal yapının kentsel yaşama katkıdaki etkinliğinin öznel değerlendirmeler olmaktan çıkıp nesnel ve bilimsel bir temele oturtulması sürecinde önem kazanmaktadır.

Eğer başarılı bir kente havadan bakılırsa, görüntünün fraktal olduğu açıkça görülür (Batty and Longley,1994). Aksine yapay, ölü bir kent planında yüksek derecede düzen görülürken alt ölçekli strüktürlerin yokluğu dikkat çekmektedir. Başarılı bir

kentte ilk bakışta kentsel ağın hiyerarşik yapısı ve otoyoldan patikaya kadar farklı ölçeklerde tamamının karşılıklı ilişki içinde olduğu görülür. Alt ölçekteki strüktür, sonuçta kentin yaşanabilirliğini garanti etmektedir. Üst ölçekli bağlantılar ise daha büyük ölçekli hareketi kolaylaştırmaktadır.

Yerleşme yapısının temel özelliklerinin anlaşılabilmesi için, fraktal strüktürleri tanımlamada kullanılan fraktal boyut, fraktal hiyerarşi ve fraktal dönüşüm kavramları ile ilişkilendirilerek açıklanmaya çalışılması uygun olacaktır:

#### **4.1.1 Mekansal Boyut:**

Mevcut kent ve kent parçalarının morfolojik özelliklerinin incelenmesini kapsamaktadır. Bir yerleşmeyi oluşturan fiziksel elemanlar, kullanıcı hareketlerini olumlu veya olumsuz olarak etkilemek suretiyle bireysel ve toplumsal yaşama katılırlar.

Form; arazi kullanım, nüfus dağılımı ve servis ağının fiziksel dokusu anlamına gelirken, strüktür, insan aktiviteleri ve karşılıklı ilişkilerin mekansal organizasyonunu ifade eder. Fraktal geometri yöntemi de sadece formun değil, aynı zamanda fiziksel strüktürün anlaşılmasına yardımcı olmaktadır (Wurster, 1969).

Kent kompleks bir sistemdir ve genel olarak kompleks sistemlerde parçaların uyumlu şekilde çalışarak bütünün fonksiyonunu başarılı bir şekilde gerçekleşmesini sağlayan kesin kurallar vardır. Fiziksel çevre ve yaşam zenginliği arasındaki etkileşimde önemli olan bu kurallardan bazıları kompleks sistem çalışmalarıyla geliştirilmiştir. İlk olarak Herbert Simon tarafından ekonomik sistemler için kullanılmış, bazı kurallar bilgisayar programlama sürecinde yeniden keşfedilmiş, diğerleri mühendislik ve biyolojide bağımsız olarak ortaya çıkmıştır. Bu kurallardan kentsel tasarımla yakından ilişkili olanlar Slingaros(2000). tarafından şöyle özetlenmektedir:

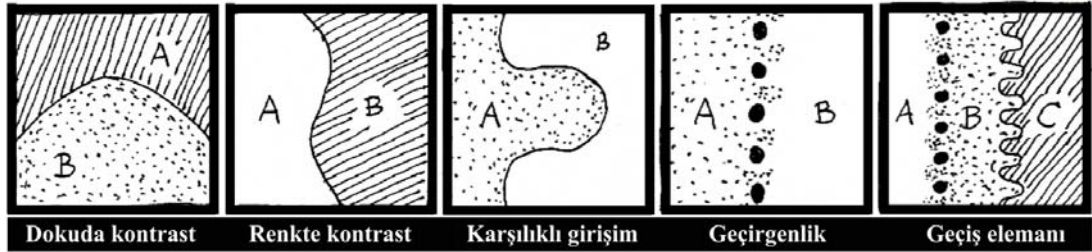
**Kural 1:** Bağlar: Aynı ölçekte ve güçlü şekilde bağlanmış elemanlar bir modül oluştururlar. Bir modül içerisinde bağlanmamış elemanların bulunmaması tercih edilir.

Bir yapıda bir modül içindeki bir eleman aynı modüldeki diğer elemanların oluşturduğu kuvvetler tarafından doğrudan ve modül dışındaki elemanlar tarafından dolaylı olarak etkilenir. Her eleman konumu ve geometrisi diğer elemanlar tarafından belirlenir (Alexander, 2000).

Her yerleşme ayrı sosyal ve mekansal birime sahip ve mümkün olduğunca otonom olmalı, bununla beraber bu birimlerin mekanları ve kullanıcıları yüksek derecede

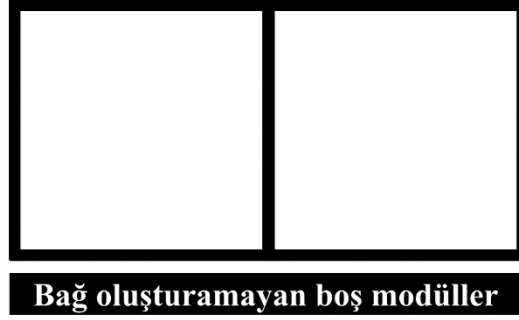
birbirine bağı olmalıdır. Her birimin form ve fonksiyonu birbirini desteklemelidir. Ayrıca her birim diğ er fonksiyonlara sahip olanlardan açıkça ayırt edilebilecek kadar farklılaşmış ve optimum büyüklükte olmalıdır (Lynch, 1984).

Elemanlar arasında bağı kurma farklı şekillerde olabilir. Mekan öğelerinin bir araya gelmesi her zaman bağı kuracakları anlamına gelmemektedir. Yanyana gelen iki mimari veya kentsel eleman birçok şekilde güçlü bir bağı oluşturabilir. Bağlantı, elemanların geometri ve konumlanmalarına bağıdır. Bağlar aynı zamanda fonksiyonlarla birbirine bağı iki noktayı da birleştirir. Özetle; eğer bir eleman diğ erini görsel, geometrik, strüktürel, fonksiyonel özelliklerden biri, birkaçı veya tamamı ile güçlendiriyorsa bu iki eleman bir çift oluştururken, herhangi iki eleman yan yana oldukları halde etkileşmiyorsa çift oluşturamazlar. Şekil 4. 1'de verilen örnekler güçlü bir bağı ile anlatılmak istenen görsel olarak iki boyutlu düzlemde ifade etmektedir. Basitleştirmek için şekilde iki boyutlu olarak ifade edilen bu kuralların üç boyutu da kapsayacak şekilde genelleştirilebileceği açıktır.



Şekil 4.1 Modüller Arası Bağlar (Salingaros, 2000)

**Kural 2: Çeşitlilik:** Benzer elemanlar arasında bağı oluşturulmaz. Farklı elemanların bir araya gelmesi, diğ erleriyle oluşturulacak bağlanma sürecinin hızlandırılması için gereklidir. Bilgi içermeyen bölgeler ise kendi aralarında bağlanamazlar. Düzgün, pürüzsüz, parlak yüzeyler iç strüktür veya çeşitlilik eksikliğine neden olur. Minimal modüller genellikle kare veya dikdörtgen gibi basit ve mükemmel şekilde düzenlidir. 1920'lerin 'makine estetiği' anlayışını yansıtan, bağı oluşturamayan transparan ve opak objelerin sınırları yoktur, kenarları keskindir ve ani değışim gösterir. Şekil 4. 2' de yan yana duran fakat çift oluşturamayan boş modüller gösterilmektedir. 20. yy. 'ın mimari ve kentsel tasarım geleneğinin bir hatası da boşluğun birim olarak düşünülmesidir. Boş bir modülün minimalist tasarım anlayışıyla tek başına kullanılması geometrik bütün oluşturmayı imkansız hale getirmektedir.



Şekil 4.2 Bitişik fakat Bağ Kuramayan Modüller (Salingaros, 2000)

Erken 20.yy. çağdaş kentlerinden itibaren, geleneksel ve mimari doku dili bilinçli olarak terk edilmiştir. Bu yaklaşım yeni bir şehir anlayışını yansıtmaktadır. Le Corbusier, kent hakkındaki –savaş sonrası kent gelişiminde plan şeması olarak kullanılan- önerilerini 1933'te Atina aktinde dile getirmiştir. Geleneksel kent strüktürünün tersi olduğu açıkça görülen bu anlayış iki öncül fikirle ortaya çıkmaktadır:

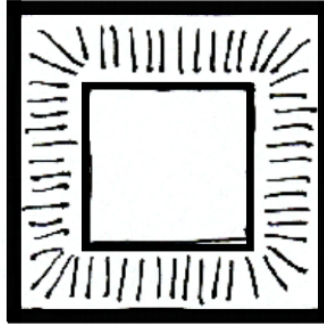
Fonksiyonların büyük paketler halinde bir araya toplanması tercih edilen bir durum olarak değerlendirilmiştir.

Her paket içerisinde geometri homojendir. Kentlerin, tamamının izole edilmesi imkansız olan çok sayıda kompleks fonksiyona sahip olmasına rağmen, fonksiyonların kent formu içerisinde basitleştirilmiş geometriler içerisinde toplanması, yaşayan kenti oluşturan insan aktivitelerini büyük oranda engellemektedir.

Endüstrileşme ve modernizm sonrası kentlerde çok katlı yapılar yükselirken oluşan yoğunluğun beraberinde getirdiği problemler geleneksel kentlerde sadece geometrik modernizasyon ve trafik sirkülasyonunu akıcı hale getirmeye çalışmak olmuş, bunun sonucunda da kentsel bileşenler birbirinden daha fazla ayrılmıştır. Modernizasyon akımının sadece otoyollar üzerinde bir uygulamanın ötesinde evrensel mimari bir yaklaşım olması çeşitli kentsel arayüzlerin sayısında büyük bir azalmaya yol açmış ve kentsel sistemin oluşması imkansız hale gelmiştir (Salingaros, 2000).

**Kural 3:** Sınırlar: Farklı modüller sınır elemanları yolu ile bağlanırlar. Bu tür bağlar modül içi elemanlarla değil, sınır elemanları ile modüller arası bağlar şeklinde oluşur. Boş modüllerin bütüne katkıda bulunduğu durumlarda bu modüller bir çerçeve tarafından bir arada tutulmaktadır; bunların sınırları, birleştirici rol oynamaktadır. Boş bir modül kendisini çevreleyen strüktürle birlikte algılanır. Bir

aynayı çevreleyen çerçeve gibi, aynı ölçekte strüktürel bir sınıra sahip boş alan bu çerçeve sayesinde bağlanma özelliğini gerçekleştirir (Şekil 4.3).



### Strüktürle çevrelenen boş modül

Şekil 4.3 Modül Sınırının Bağ Kurma Özelliği (Salingaros, 2000)

**Kural 4:** Kuvvetler: Etkileşim doğal olarak en küçük ölçekte en güçlü, en büyük ölçekte en zayıftır ve bunu tersine çevirmek patolojik durumlara yol açar. Eğer mimari ve kentsel elemanlar en küçük ölçekte bağ kuramıyor ise, üst ölçekteki yapıyı desteklemeleri imkansızdır. Bu nedenle kentsel doku bütünü, üst seviyedeki bağlantılara olduğu gibi temel yapı bloklarının bugünkü malzeme ve geometrik özelliklerine de bağlıdır.

**Kural 5:** Organizasyon: Uzun mesafeli kuvvetler, küçük ölçekli ve iyi tanımlanmış strüktürleri kullanarak üst ölçekteki yapıyı meydana getirir. Bu tür kuvvetler, kısa mesafeli bağları kurmasa da onları yok edebilir. Kısa mesafeli bağlar alt ölçekte birimleri bir araya getirirler ve bu bağlar orta ve uzun mesafe bağlar tarafından desteklenirler.

Günümüz mimarisinde çift yönlü bağlantılar kuran mekan organizasyonları yerine gridal bir düzen genel tasarım tekniği haline gelmiştir. Dikdörtgensel veya herhangi bir grid sisteme bağlı olarak gelişen kenar düzenlemelerinin alt seviyede bağlantılar üretmesi mümkün değildir. İnsanlar tüm mekana yayılan sınırsız bir üç boyutlu grid sistem üretmekte, ve bu grid sadece yollar, binalar ve duvarları değil, tuğlaları, pencereleri, kapıları, basamakları, çıkıntıları, budanan bitkileri, çim şeritlerini de kapsamaktadır. Bu şekilde düzenlenmiş elemanların görünmez bir çerçeve ile birbirlerine bağlanmış olduğu düşünülse de böyle bir bağlantı söz konusu değildir. Bir analogi olarak Legolardan yapılan oyuncaklar düşünülebilir: İlk olarak malzemeyi, bütün yapıyı düşünmeden sadece alt ölçekli bağlantılara önem verilerek bir organizasyon yapılırsa, düzenlenmemiş gibi görünen bir doku elde edilir. Aksine, ortogonal bir doku üzerinde, birbiriyle bağlantı kurulmadan düzenleme yapılırsa veya

logo blokları üç boyutlu bir oyuncak şeklinde birleştirilirse, her parça veya blok diğer parçalardan bağımsız olarak üretilmiş olur. Bu durumda bir düzenleme yapılmış fakat ilişkiler kurulmamıştır. Benzer şekilde tarihi kentler kompleks ve bağlarla bütünleşmiş iken, çağdaş kentler düzenli görünmekle birlikte ayrı parçalardan ibarettir.

Kompleks organizmadan ayrılarak canlı tutulan hücrelerin bir araya gelişinde doku oluşturmak yerine bir hücre yığını oluşturmasında olduğu gibi binaların da, birbirleri, çevre ve kullanıcılarla etkileşimi düşünülmeden bir araya gelmesi bir yerleşim dokusu oluşturmak yerine bir yapı yığını haline gelmekte, aynı tipolojilerin tekrarlanması ile oluşan klonlar yaşama katkıda bulunmayan problemliler mekanlar oluşturmaktadır. Hazırlanan planlar yaşanabilir mekanlar üretmek yerine, yaşanabilir mekanları da ortadan kaldırmaktadır.

**Kural 6:** Hiyerarşi: Sistem bileşenleri küçük ölçekten büyük ölçeğe doğru derece derece gruplanır. Alt ölçeklerde bağ kuvvetlerinin kurulmuş olması üst ölçekte bütüne yönelik kuvvetlerin oluşacağı anlamına gelmemektedir. Sistem, belirli düzenleme prensipleriyle üst ölçekli bağ kuvvetleri oluşturma gereksinimindedir. Büyük ölçekte düzen, her elemanın diğer elemanlarla entropiyi azaltacak şekilde ilişkilendirilmesiyle olur (Salingaros, 1995).

Kompleks sistemlerin zaman içerisinde evrimi küçük ölçekten büyük ölçeğe doğru olmaktadır. Bugünkü kentleşmenin hiyerarşik yapısında ise evrim üst ölçekten alt ölçeğe doğru izlenmektedir (Friedman, 1997).

**Kural 7:** Karşılıklı Bağımlılık: Farklı ölçeklerdeki elemanlar ve modüller birbirine simetrik biçimde bağımlı değildirler; üst ölçek bütün alt ölçeklere gereksinim duyarken tersi söz konusu değildir.

Kentsel mekanda bu kural, en küçük ölçek en büyüğü etkilediği için bina ölçeğindeki minimalist tasarım anlayışının kent alanının geometrik bütünlüğe ulaşmasını engellediği olarak düşünülebilir.

**Kural 8:** Ayrışma: Bütün sistem tamamıyla bileşenlerine ayrılamaz. Farklı tipteki birimlere bağlı olarak birbirine denk olmayan birçok ayrışma türü bulunmaktadır.

Fonksiyonel olarak bütünleşen bir sistemin parçalardan oluştuğu kabul edilse de bu bütünün parçalarına tamamıyla indirgenmesi mümkün değildir. Onun yerine kısmen ayrıştırılabilir olarak kabul edilmelidir çünkü eğer onun yerine bütün tamamıyla ayrıştırılabiliyorsa her alt sistemin tamamıyla bağımsız bir şekilde hareket ediyor olması gerekir. Bu durumda da bütün, kompleks yapısını kaybedecek ve sadece bileşenlerinin yan yana gelmesinden oluşan bir yığından öteye gidemeyecektir. Yine

de ayrıştırma yöntemi kompleks sistemlerin anlaşılabilmesine yardımcı olması açısından önemlidir. Kent;

- i. Genel olarak tercih edildiği gibi, temel eleman olarak binalar ve ulaşım ağları yolu ile etkileşimleri alınarak,
- ii. Ulaşım ağları, binalar tarafından yönlendirilen elemanlar olarak düşünülerek
- iii. Ulaşım ağları yolu ile birleştirilen ve binalarla güçlendirilen iç ve dış mekanlar olarak ayrıştırılabilir.

Tamamen farklı perspektiflerle kentin farklı öğeleri temel eleman olarak alınıp kentin ayrıştırılması mümkündür. Bütün yöntemler eşit geçerliliğe sahiptir ve kentin kompleks yapısının form ve fonksiyon açısından kısmen ayrıştırılmasına yardımcı olur.

Bu sekiz kural kent strüktürünü oluşturan genel prensipler olarak düşünülebilir. Bir sistemin zaman içerisindeki gelişimi, altında yatan düzeni belirler. Küçük ölçekler büyük ölçeklerden önce tanımlanmalıdır: Bunları oluşturan elemanlar büyük ölçekli modüller şekillenmeden ve etkileşime girmeden önce kararlı bir biçimde bağlanmalıdır. Alt ölçekteki elemanlar, aralarındaki bağlarla strüktürün tamamı için temel teşkil etmektedirler.

Kent, kenti canlı hale getiren insan aktiviteleriyle ilişkili olarak gelişen, karşılıklı etkileşen yüzeylerden oluşur.

Kentteki bağ çiftlerine örnek olarak; yaya girişleri ve cadde, konut girişi ile yol veya otopark, yaya yolu ile konut girişi, ağaç veya çalılıklar, yapılaşmış çevre elemanları ve mevcut ağaçlar, yeşil alanlar veya meydan, bina yüzeyi ile kentsel mekan, bina yüzeyi ile zemin düşünülebilir.

Çiftlerin bağ oluşturması neredeyse her zaman ara bir zon yoluyla olur: Konut içini yolla birleştiren giriş holü, üstü örtülü bir koridorun konut içiyle bahçe veya avlu arasındaki rolü, arkadlı bir yapının vitrin önleri ile cadde veya meydanı bağlaması örnek olarak verilebilir.

Farklı ölçekteki bağların doğasını anlamak için fizik biliminden faydalanılabilir. Her  $f$  kuvveti  $U$  alanındaki –geometrik nitelik veya fonksiyon olarak düşünülebilecek-farklılıklardan ortaya çıkar.  $U$ 'nun yoğunlaşmalar ve toplanmalar boyunca nerelerde olduğunu gözlemek kolaydır.  $f$  kuvveti  $U$  alanındaki potansiyel enerjinin negatif mekansal türevi olarak tanımlanır. Yani:  $f = -dU/dr$  dir. Bu eşitlik bir oran olarak da düşünülebilir:  $U$ 'nun potansiyel enerjisindeki değişimin, potansiyel farkın ölçüldüğü yerler arasındaki uzaklığa oranıdır. Bu eşitlik potansiyel farkın büyük olması

durumunda büyük kuvvetler verir. Potansiyel fark kentsel açıdan kısa mesafelerde niteliksel farklılıklar anlamına gelmektedir. Doku, renk, arayüzlerin eğriliğinde büyük kontrastlar gibi güçlü bağ kuvvetleri üreten farklılıklardır (Kural 1 ve 2).

Bu formülü 20.yy. kentleşmesinin iki patolojik durumuna uygulamak faydalı olacaktır.

- i. Bölgeleme yapılan alanlarda bütünleşme eksikliği: homojen alanlarda potansiyel U tüm alan boyunca aynı olacağından farklılık bulunmayan bu alanlarda bölgeyi bir arada tutacak birleştirici (kohezyon). kuvvetleri yoktur. Bu durum iç kontrastın her kentsel bölgede gerekli olduğuna işaret etmektedir.
- ii. Düşey şekilde toplanan fonksiyonların fonksiyonel olmayan kenarları: Bu formülün ikinci uygulaması birleştirici kentsel arayüzlerin neden gerekli olduğunu göstermektedir; Düşey doğrultuda tek fonksiyonlu 'U fonksiyonu' yığılmaları olan mega kuleler bina kenarlarında büyük baskılar yaratmaktadır. Bu durum iç mekandaki U potansiyeli ile çok küçük 'dr' mesafesi ile ifade edilecek yapının çok keskin sınırındaki muazzam atlamadan dolayı meydana gelmektedir.

Farklı ölçeklerde farklı kuvvet türleri bulunur.  $f = -dU/dr$  eşitliği bunların göreceli güç ve derecelerinin anlaşılmasına yardımcı olur. Her kuvvet mekan büyüklüğüyle ters orantılıdır yani, büyük kuvvetler kısa mesafelerde, küçük kuvvetler uzun mesafelerde etkirler (Kural 4).

Bu sonuç doğa tarafından da onaylanmaktadır. Uydular ve insan vücudu yeryüzü tarafından yerçekimi ile göreceli olarak güçsüz bir kuvvetle çekilirken, her vücut elektromanyetik etkileşime bağlı olan daha güçlü kimyasal kuvvetler tarafından bir arada tutulmaktadır. Atom çekirdeğini bir arada tutan kuvvetler de en büyük kuvvetler olarak bilinmektedir. Kent gibi yapay bir kompleks sistem de olsa kuvvetlerin yoğunluk ve hiyerarşisini tersine çevirmeye zorlamak çözümsüzlüğe yol açmaktadır. Büyük ölçekteki kontrast birimlerin yan yana getirilmesi üst ölçekte doğal olmayan ve alt düzeydeki bağ kuvvetlerini zayıflatan kuvvetler meydana getirir. Üst ölçekli zayıf kuvvetler de ortadan kalkmış olur. Le Corbusier kentsel kuvvetlerin yoğunluk ve hiyerarşisini değiştirmeye çalışmıştır (Kural 4). Bu radikal reorganizasyonun 19.yy. kentlerinde yaşanan problemleri 20.yy. kentlerinde çözeceği bilimsel bir kanıt olmadan öngörölmüş, bu kuvvetleri tersine çevirmenin fiziksel olarak imkansız olduğu, sadece kentsel birimler arasındaki strüktürel etkileşimin zayıflamasına neden olacağına farkına varılamamıştır.

#### 4.1.2 Yerleşimlerin Hiyerarşik Yapısı:

Kentsel öğelerin yaşam zenginliğini artıracacağı düşünülen özelliklerinin, aynı ölçek seviyesinde birbirleri ile olan etkileşimleri ve farklı ölçeklerle bağlantı kurabilme olanakları sunması anlamına gelmektedir.

Hiyerarşi kavramı, yerleşmenin mekansal/yaşamsal/kurgusal yapısını inceleyebilmek açısından önemlidir. Lozano hiyerarşiyi “evrensel düzenleme ilkeleri yolu ile karmaşık sistemlere temel yapısal strüktürü veren düzen” olarak tanımlamaktadır (Lozano, 1990).

Hiyerarşi, bir yerleşmenin karmaşıklığının bir sisteme oturtulmasına olanak veren kavramsal çerçeveyi oluşturur. Bütünle alt sistemler arasındaki etkileşimin sağlandığı hiyerarşik yapıda, yerleşim sistemini oluşturan alt sistemler bir bütün olarak düzenlenebilirken, bütünlük kaybedilmeksizin alt sistemler üzerinde yoğunlaşabilmek mümkündür (Lozano 1990).

Hiyerarşik yapılanmanın avantajları Mesarovic ve Macko tarafından şöyle özetlenmiştir:

- i. Anlamli bütün oluşturmak üzere bağımsız fakat birbirleri ile karşılıklı etkileşim halindeki alt sistemlerin entegrasyonunu sağlar.
- ii. Sınırlı fiziksel boyuta sahip alt birimlerin etkinliği, birimin bireysel karar verme kapasitesinden daha fazladır.
- iii. Tüm sistem kaynaklarının kullanım etkinliği, alt seviyedeki mekan veya zaman içindeki tüketimi çok seviyeli hiyerarşik sistemle dengelenmektedir.
- iv. Güvenilirlik ve esneklik sağlar. Küçük ölçekli bir değişim kolaylıkla bütün sisteme yayılmaz (Mesarovic ve Macko, 1969).

Kentsel hiyerarşiler ayırt edilebilir ve birbirinden farklı düzlemlerin yada alt sistemlerin oluşturduğu mekansal sistemlerdir. Kentsel hiyerarşi fiziksel anlamda, cadde/sokak, meydan, yapı adası, kentsel blok, avlu gibi kentsel tipolojileri ortaya koyarken, sosyal anlamda ise sınıflar, gruplar, aile strüktürleri gibi birimleri tanımlamaktadır. Bir yerleşmedeki yaya akışı ve sirkülasyonun o çevredeki yeni binaya/tasarıma ulaşımının, tasarımın konumlandırılışını ve iç mekanlarındaki sirkülasyonu etkilemesi yerleşmedeki hiyerarşik ilişkilere bir örnek olarak verilebilir (Lozano 1990).

Hiyerarşi kavramı ile ilgili diğer bir özellik de kamusal mekan/özel mekan ilişkilerinin oluşturduğu hiyerarşik yapıdır. Lang, kamusal, yarı kamusal, yarı özel ve özel mekanlar arasındaki ilişkileri davranış örüntüleri bağlamında “territoriyel hiyerarşiler”

olarak adlandırmakta ve bu hiyerarşilerin insanların çevreleri üzerinde kontrol mekanizmaları kurabilmeleri amacına hizmet ettiğini öne sürmektedir (Lang, 1987).

Kentsel açık alanlar sokak ölçeğinden metropoliten ve bölge ölçeklerine uzanan bir hiyerarşi içindedir ve her ölçekte etkileri aynı olmamakla birlikte farklı ölçekteki alanların birbiri üzerinde etkisi söz konusudur (Tankel, 1969).

Kentlerin oluşum süreçlerinde iki ayrı gelişim yöntemi olan planlı ve kendiliğinden gelişim kentsel mekanda hiyerarşik yapının yönünü de tayin etmektedir. Planlı yerleşmelerde üst ölçekten alt ölçeğe doğru bir gelişme söz konusu iken kendiliğinden gelişen yerleşmelerde alt ölçekteki yapı, üst ölçeğin gelişiminde etkili olmaktadır.

Kentsel ağ sistemini oluşturan sürecin üç temel unsurundan biri olan hiyerarşi farklı ölçeklerdeki aktivitelerin etkileşimine zemin oluşturur.

### **Düğüm noktaları**

Kentsel ağın, insan aktivitelerinin yoğunlaştığı, karşılıklı bağlantıların kesişme noktalarıdır. Çeşitli tiplerde düğüm noktaları vardır: Konut, işyeri, park, alışveriş merkezi, restoran, dini yapı gibi. Doğal ve yapay çevre, insan aktivite odaklarını ve bunları birleştiren hatları güçlendirmeye yönelik olarak hizmet vermektedir.

### **Bağlantılar**

Tamamlayıcı düğüm noktaları arasındaki sirkülasyon hatlarıdır. İki nokta arasında birden fazla bağlantı sağlanmak isteniyorsa, bazı bağlantıların eğrisel veya düzensiz olması gerekir.

### **Hiyerarşi**

İzin verildiğinde kentsel ağ, çeşitli ölçeklerde bağlantılar hiyerarşisi kurarak kendini organize etmektedir. Çoklu fakat düzenli bir bağlantı sistemi oluşturur. Organizasyon süreci katı bir sırayı izler: En küçük ölçekten (patikadan). en büyük ölçeğe (artan kapasitelere sahip yol türleri). kadar ilerleyen bir sırayı takip eder. Herhangi bir bağlantı seviyesi olmadığında sistem patolojik hale gelir (Salingaros,2000).

Genelde yerleşimin iç organizasyonunda bir hiyerarşi olmalıdır. Her ünite alt üniteler, onlar da alt –alt üniteler içermeli ve en küçük ölçeğe doğru devam etmelidir (Yaşayan hücrelerde olduğu gibi). Her birinin kendi sınırları ve merkezi vardır ve bir araya gelerek birleşirler (Lynch,1984).

Meksika'da San Cristobal yerleşmesi mekansal organizasyonun ölçekler arası devamlılığına örnek olarak gösterilebilir. Konut, nötr mekan olan dikdörtgenel



çizgisi izlemeyerek, bifürkasyon veya çatallanma noktaları denen kırılma noktalarından geçen farklı periyotlarda salınır (Gleick, 1997, Cramer, 1998).

Yerleşmelerin fiziksel yapısındaki değişimi kent silüetlerinde de görülmektedir. Silüetlerin değişiminde yapı teknolojisindeki gelişimin büyük etkisi vardır (Şekil 4.5).



Şekil 4.5 Tarihsel Süreçte Silüetteki Farklılaşma

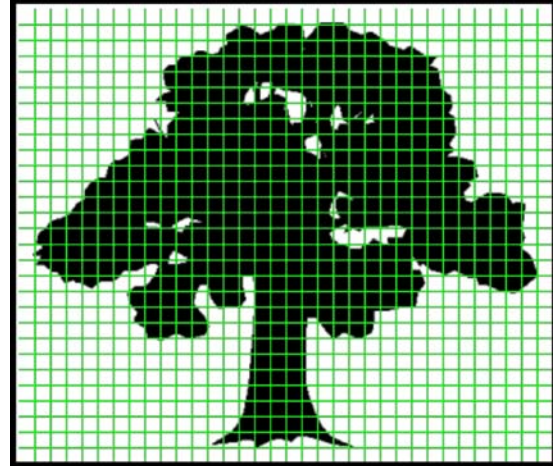
#### 4.2 Alan Araştırmasında Fraktal Yapının Belirlenmesinde Kullanılan Yöntem

Örnekleme alanlarında yapılan çalışmada, bölüm 3.2.3'te anlatılan kutu sayma yöntemi kullanılmıştır. Yöntemin etkinliğinin artırılması amacı ile bilgisayar programından yararlanılması tercih edilmiştir. İnternet ortamında yapılan araştırmalar ve Prof.Dr.Michael Batty (University College of London, Center of Advanced Spatial Analysis), Martin Nezadal ve Oldrich Zmeskal (Brno University of Technology, Institute of Physical and Applied Chemistry), Mary P.Priestley (The University of the South Sewanee, TN. , The Bridge Program in Math & Science), Dr.Ben Szapiro (The University of the South Sewanee, The department of Physics) ile iletişim kurulması sonucunda Fraktal boyut hesabının bilgisayar ortamında yapılabilmesi için gerekli program elde edilmiştir. Kullanılan programın klasik kutu sayma yönteminden farkı şu şekilde açıklanabilir:

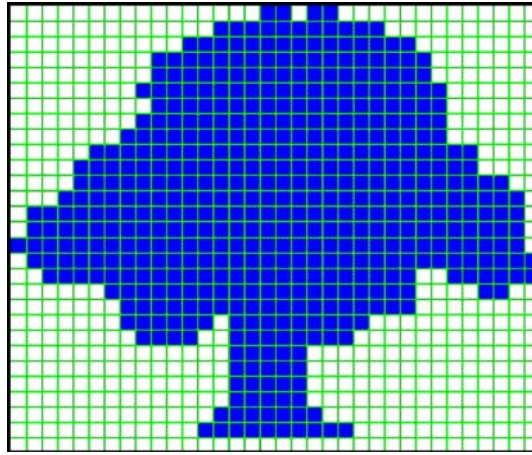
Klasik kutu sayma yönteminde farklı "r" kutu boyutlarında gridler şekille çakıştırılmakta ve nesne ile çakışan kutuların sayısı "N" bulunmaktadır.  $\log N(r) = D[\log(1/r)] + \log k$  fonksiyonunun lineer kısmının eğimi "D", fraktal boyutu vermektedir. "k" ise fraktal ölçüdür. Örneğin siyahbeyaz bir ağacın (Şekil 4.6) fraktal boyutu geleneksel şekilde hesaplanacaksa, farklı boyutlarda kutularla örtüştürülerek şekille çakışan kutular sayılır. Şekil 4.7-11'de görüldüğü gibi 10 piksellik kutular kullanılıncak çakışan kutu sayısı 520, 17 pikselde 201, 28 pikselde 80'dir. Bu işlem 5-10 kez yinelenerek elde edilen veri kümelerinden lineer regresyon denklemi bulunarak kutu sayma boyutu ve fraktal ölçü belirlenir. Bu yöntemle hesaplanan ağacın fraktal boyutu: 1.7826 ve korelasyon katsayısı  $R=0.9994$  olarak belirlenmiştir.



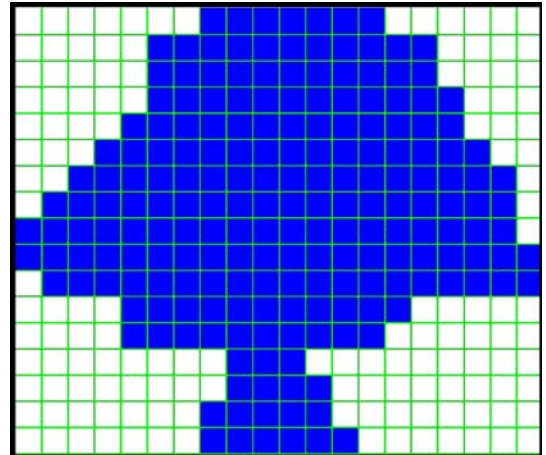
Şekil 4.6 Siyahbeyaz hale getirilen görüntü



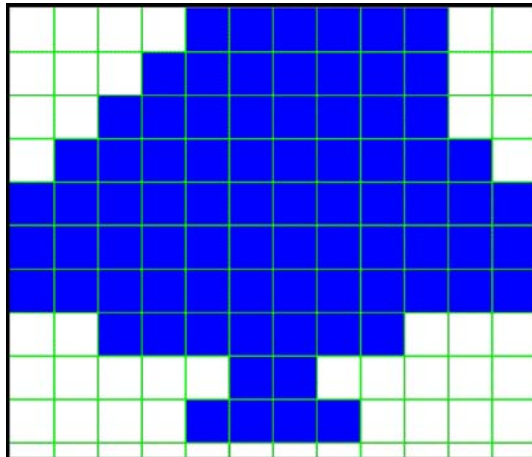
Şekil 4.7 10 piksellik gridle çakıştırma



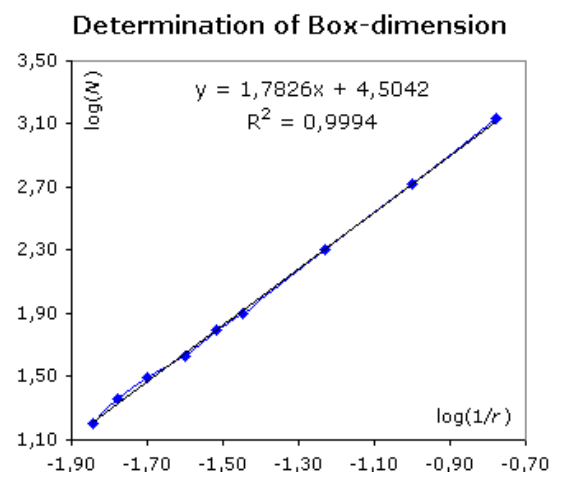
Şekil 4.8 10 pikselde çakışan kutuların sayılması



Şekil 4.9 17 pikselde çakışan kutuların sayılması

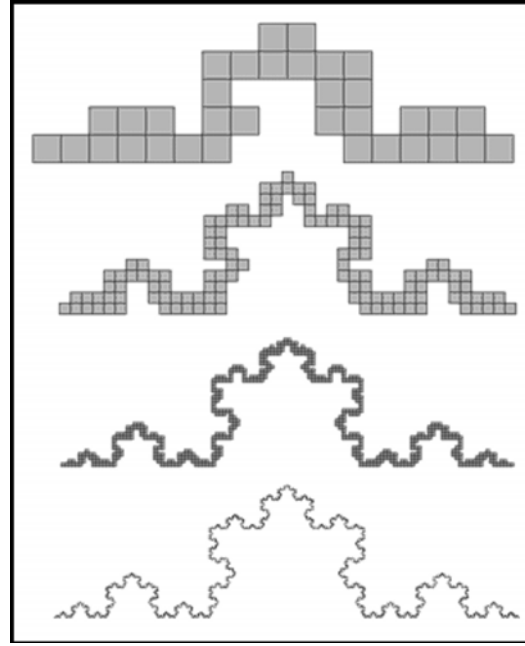


Şekil 4.10 28 pikselde çakışan kutuların sayılması



Şekil 4.11 Kutu sayma boyutunun belirlenmesi

Aynı yöntemin Koch eğrisi üzerinde uygulanması sonucunda Koch eğrisinin fraktal boyutu 1.26 olarak bulunmuştur (Şekil 4.12-13).

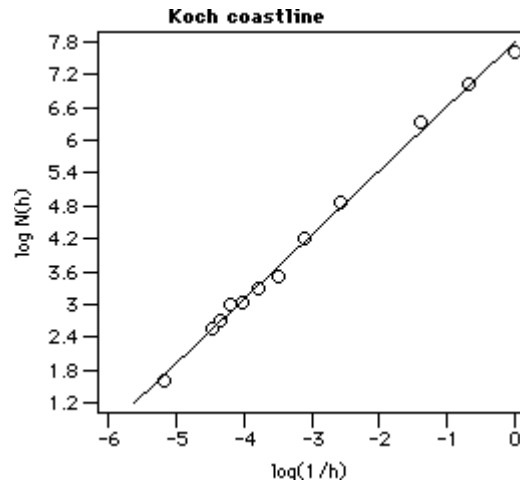


Şekil 4.12 Koch eğrisinin farklı boyutlarda gridlerle çakıştırılması (Elert, 2000)



Boyut = 1.26

$\log(1/h)$	$\log N(h)$
0	7.60837
-0.69315	7.04054
-1.38629	6.32972
-2.56495	4.85981
-3.09104	4.21951
-3.49651	3.52636
-3.78419	3.29584
-4.00733	3.04452
-4.18965	2.99573
-4.34381	2.70805
-4.47734	2.56495
-5.17615	1.60944



Şekil 4.13 Koch eğrisi için logaritmik grafik ve değerler tablosu (Elert, 2000)

Kullanılan programda ise şekille çakışan kutular şöyle gruplanır: siyah obje tarafından tamamen kapsanan siyah kareler (DB), siyah objeyle çakışan fakat

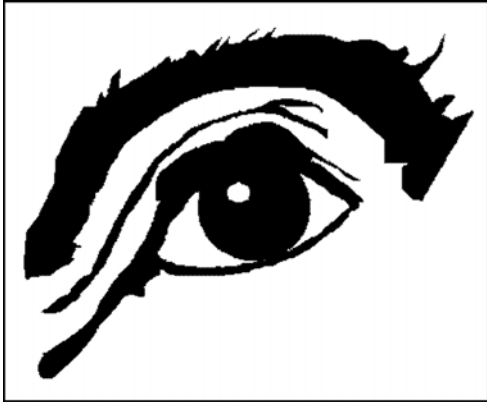
tamamen kapsanmayan siyahbeyaz kareler (DBW) ve siyah objeyle çakışmayan beyaz kareler (DW). Bu yöntemle siyah düzlemin (DB), siyah objenin siyahbeyaz sınırının (DBW) ve beyaz arka planın (DW) özelliklerini karakterize eden fraktal boyutlar elde edilir. Bu boyutların elde edilme süreci klasik kutu sayma metodu ile aynıdır. Örneğin şekil 4.14'de görülen siyahbeyaz bir göz resminin fraktal boyutunun bulunması için: 20 piksel boyutunda kutulardan oluşan gridle çakıştırılarak kutular sayılırsa (Şekil 4.15-18); Tamamen siyah olan 39 kare, tamamen beyaz 199 kare ve gözün sınırını oluşturan 146 siyahbeyaz kare bulunmaktadır. Farklı grid boyutları ile aynı işlem tekrarlanırsa,

$$NB_{(r)}=DB[\log(1/r)]+kB$$

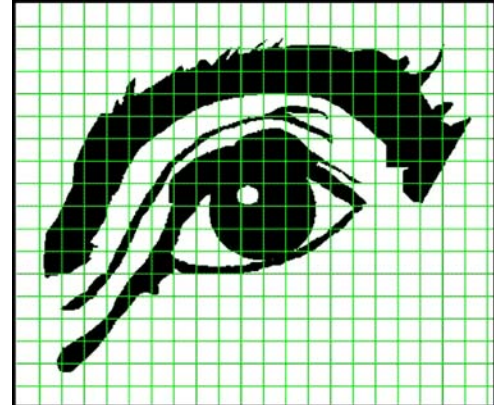
$$sBW_{(r)}=DBW[\log(1/r)]+kBW$$

$$NW_{(r)}=DW[\log(1/r)]+kW$$

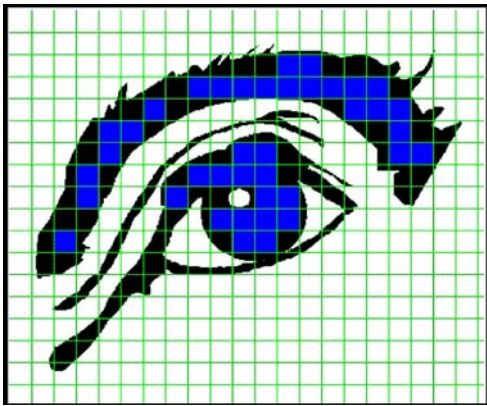
Fonksiyonları kullanılarak fraktal boyut hesaplanabilir (Şekil 4.19).



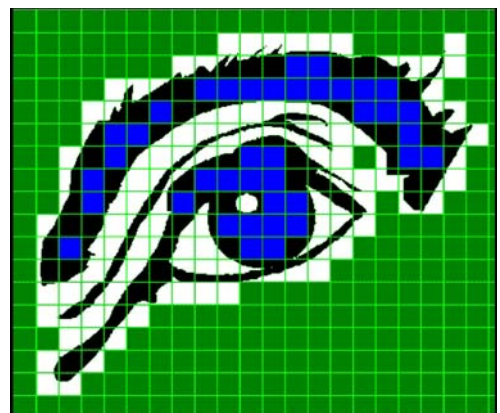
Şekil 4.14 Fraktal boyutu hesaplanan siyahbeyaz göz resmi



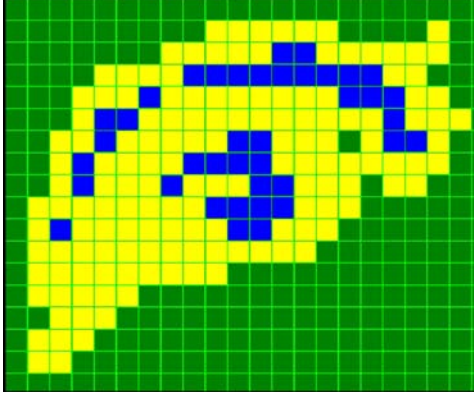
Şekil 4.15 Göz resminin 20 piksellik kutulardan oluşan gridle çakıştırılması



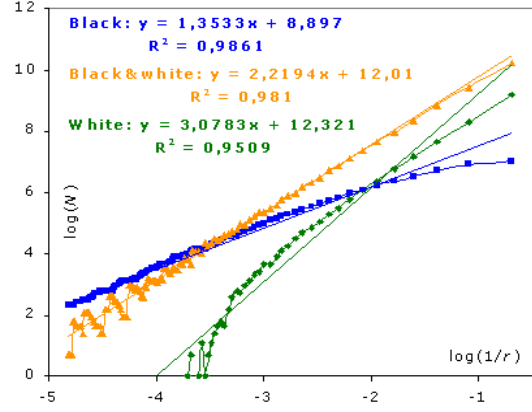
Şekil 4.16 Tamamen siyah olan kutuların sayılması



Şekil 4.17 Tamamen beyaz olan kutuların sayılması



Şekil 4.18 Siyahbeyaz olan kutuların sayılması



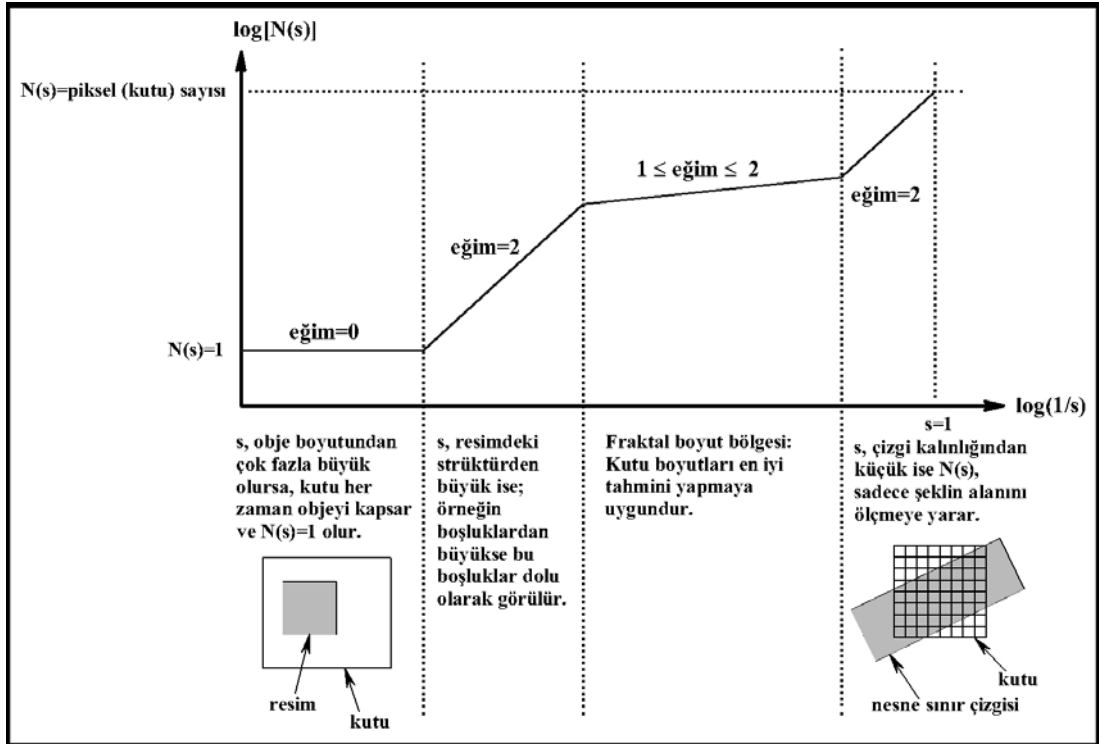
Şekil 4.19 Fraktal boyutun belirlenmesi

Gerçek nesnelere ile sanal ortamda üretilen fraktal yapılar birbirinden farklıdır. Bilgisayar ortamında üretilen fraktal yapılar, fraktal boyutları tüm ölçeklerde sabit olan %100 fraktal nesnelere göre gerçekte var olan nesnelere göre saf fraktal olmaları mümkün değildir. Fraktal değerleri farklı ölçeklerde değişiklik gösterirken zaman içerisinde de değişebilmektedir. Gerçek fraktaller sonsuz ölçekte büyütülebilir veya küçültülebilirler ve karakteristik özellikleri bu değişimden etkilenmez. Bunlar ölçekten bağımsız yapılardır. Fakat kentler gibi gerçek yapılar saf fraktal olmadıklarından sadece belirli aralıklarda ölçekten bağımsız olarak fraktal özelliklerini korurlar. Farklı ölçeklerde fraktal boyutun değişmesi, fraktal boyutun belirlenmesini zorlaştırır ve da kullanılan yöntemle çok sayıda ölçüm yapılarak bir fraktal değerler spektrumu elde edilmekte ve fraktal boyutun değişmediği aralık belirlenebilmektedir.

Fraktal analiz yöntemiyle, kutu sayma metodu kullanılarak fraktal boyut belirlenirken ilk olarak boyutu hesaplanmak üzere dijital ortama aktarılan görüntü "mask" olarak görülen bölüm içinde "thresholding" adı verilen işlemle siyahbeyaz hale getirilir. Bu dönüşümden sonra spektrum kısmındaki ölçüm sayısını belirleyen- "discrete" veya "continuous" seçeneklerinden biri seçilir. Bu iki alternatif sonraki aşamada seçilmesi gereken minimum ve maksimum kutu boyutu ve aralarındaki ölçüm sayısı ile ilişkilidir. "Discrete" seçeneği işaretlenmişse minimum ve maksimum kutu boyutları arasında sadece belirlenen sayıda ölçüm yapılır. "Continuous" seçilmişse ise minimum ve maksimum kutu boyutu arasındaki tüm değerler ölçüme dahil edilir ve sonraki işlem ilk seçeneğe göre de daha güvenilir bir sonuca ulaşılır.

Ölçüm sayısının artırılması güvenilirliği artırmakla beraber, belirlenen minimum ve maksimum kutu boyutları da ölçümün güvenilirliği üzerinde etkilidir. Fraktal görüntü büyütülürse (çok küçük grid boyutlarının alınması durumunda bu etki olur) fraktal yerine siyah ve beyaz piksellerden oluşan bir mozayik görülür. Fraktal görüntünün

çok küçültülmesi durumunda ise (çok büyük kutu boyutları alınması durumunda) fraktal şekil, beyaz arka plan içinde kaybolur. (Şekil 4.20).



göstermektedir. Eğitim analizinde “OverAll” kısmı seçilmiş ise tüm  $L_{DP}$  değerleri ile histogram şeklinde grafik oluşturulur. Bu grafikte frekansı en yüksek olan değer, şeklin fraktal boyutunu verir.

“Start” düğmesi ile işlem başlatıldığında ölçüm sonuçları regresyon grafiği üzerine yerleştirilir. Kutu sayma yönteminin esasını oluşturan, fraktal boyutu ölçülmek istenen nesne ile farklı kutu boyutlarına sahip gridlerin karşılaştırılması ve her kutu boyutu için nesne ile çakışan kutuların sayılarak farklı boyutlar arasında çakışan kutu sayısı-birim kutu boyutu arasındaki matematiksel ilişkinin değerlendirilmesi işlemi siyah, beyaz ve siyahbeyaz olan kutular için ayrı ayrı yapılarak sonuçları regresyon grafiğine aktarılır. Bu nedenle grafikte siyahbeyaz olan görüntünün siyah, beyaz ve siyahbeyaz olmak üzere -farklı fraktal değerlerin hesaplanmasını sağlayan- üç farklı fraktal değer spektrumu bir arada görülmektedir. Elde edilen fraktal değerlere en uygun regresyon doğrusunun eğimi fraktal boyutu vermektedir.

Kutular şekille karşılaştırıldığında siyah ve beyaz birlikte kapsayan kutular, siyahbeyaz görüntünün sınırını oluşturan kutular olduğundan sınır çizgisinin fraktal boyutunu verir. Şeklin siyah veya beyaz oluşuna göre siyah ve siyahbeyaz veya beyaz ve siyahbeyaz kutular bir arada hesaplanarak şeklin fraktal boyutu belirlenir.

### **4.3 Bölüm Sonucu ve Değerlendirme**

Kentsel tasarımda fraktal geometri yöntemi ile değerlendirme üç bileşenden oluşmaktadır:

Mekanın boyutu, plan üzerinde kent bütününden bina ölçeğine kadar hesaplanabilmekte, aynı zamanda kentsel silüet, silüete etki eden doğal elemanlarla birlikte hesaplanabilmektedir. Daha detaylı olarak da avlular, kot farkları, arkadlar, saçaklar olarak gördüğümüz yapıların fraktal boyutları hesaplanabilmektedir.

Mekanın hiyerarşik yapısı alt ölçekten üst ölçeğe doğru karşılıklı etkileşimli olarak gelişen yapıyı güçlendiren kırıklı, boşluklu yüzeyler gibi mekan elemanlarının fraktal boyutları ile ,üst ölçeklerde elde edilen sonuçlar arasındaki ilişki incelenerek kentsel hiyerarşik strüktür değerlendirilebilmektedir.

Kentsel sistemin ve özellikle kentsel sistemi oluşturan altsistem dinamiklerinin anlaşılması için kaos teorisinin kullanılması mümkündür. Diğer yandan kentin daha statik kısmını oluşturan fiziksel yapı ise zaman içerisinde evrimleşmekte, fraktal geometri yöntemi ile karmaşıklık derecesi anlamına gelen fraktal boyuttaki değişimler hesaplanabilmektedir.

## 5. ALAN ÇALIŞMASI

Varsayımların sınanması süreci iki aşamalı olarak gerçekleştirilmiştir. Öncelikle Türkiye'deki bazı geleneksel kent dokuları üzerinde fraktal yapı analizleri yapılmış, daha sonra örneklem alanlarından elde edilen veriler üzerinde analizler yapılmıştır. Alan çalışmasının iki kademeli olması, Türkiye'deki geleneksel kent dokularının fraktal boyuta sahip olup olmadığının belirlenmesi, farklı kent dokularının benzer karmaşıklık düzeyi sergileyip sergilemediklerinin görülmesi, bu değerlerin örneklem alanlarından elde edilen verilerle karşılaştırılması açısından önemlidir.

### 5.1 Türkiye'deki Bazı Geleneksel Kent Dokularının Fraktal Boyutlarının Hesaplanması

Örneklem alanları ile ilgili verilerin elde edilme süreci esnasında Türkiye'deki bazı geleneksel kent dokularının fraktal boyutları belirlenen yöntemle hesaplanmıştır (Şekil 5.1-9). Literatür çalışmasından (Arû, 1998) elde edilen kent planları üzerinde gerekli işlemler yapılarak fraktal değerleri belirlenmiştir. Kentsel strüktürler simülasyon yoluyla elde edilenlerden farklı olarak tamamen kendine benzer değildirler ve fraktal değerleri farklı ölçeklerde değişiklik göstermektedir. Araştırma sonucunda mevcut örneklerin çoğunda sınırlı sayıda hesapla logaritmik grafiklerin oluşturulduğu ve fraktal değerlerin belirlendiği görülmüştür. 5-10 farklı kutu boyutu ile ölçüm yapılmakta, kutu boyutu olarak iki ve katlarından oluşan 2, 4, 8, 16, 32, 64 piksel değerleri seçilmektedir. Bu yöntemin gerçek strüktürlerin sahip olduğu fraktal spektrumu yansıtmakta yeterli olmadığı düşünülerek çok sayıda ölçüm yapılmasına olanak veren HarFA 4.9 ve HarFA 4.0L programları kullanılmıştır. Kullanılan yöntemde tüm olası kutu boyutları (2,3,4,5,...max) için ölçüm yapılmaktadır. Bunun sonucunda elde edilen fraktal spektrum grafiği incelenerek -logaritmik grafikte lineer olarak görülen- aynı veya birbirlerine çok yakın fraktal değerlerin oluşturduğu en yüksek frekansa sahip değerlerle strüktürün fraktal boyutu belirlenir.

Program kullanılarak sınır çizgisinin ve resmin tamamının fraktal boyutu ölçülebilmektedir:

Fraktal değeri ölçülmek üzere düzenlenip siyah-beyaza dönüştürülen resimde,

B: Sadece Siyahların,

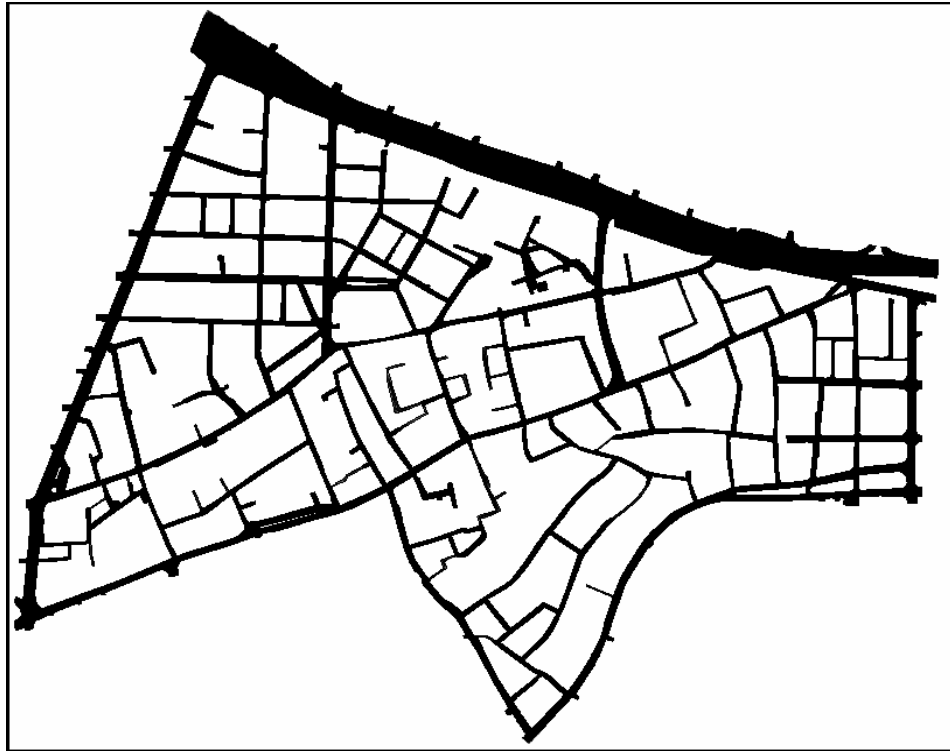
BW: Siyah ve beyazın olduğu kareleri yani sınırın fraktal değerinin,

BBW: Siyah+ siyah ve beyazlı kareleri yani resmin fraktal boyutunun hesaplanması için kullanılır.

Kutu sayma boyutunun hesaplanmasında üç kritik nokta bulunmaktadır:

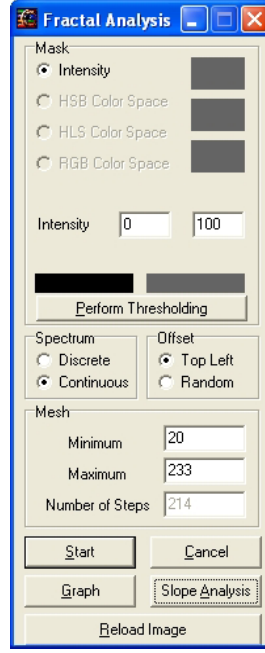
- i. Logaritmik fonksiyonun lineer kısmının belirlenmesi
- ii. Uygun kutu boyutlarının seçimi
- iii. Kutuların resim üzerine yerleştirilmesi

Kullanılan yöntemi bir örnek üzerinde açıklamak yararlı olacaktır. Şekil 5.1'de görülen ulaşım sisteminin fraktal boyutunun hesaplanması için öncelikle yollar siyah ve geri kalan kısım beyaz hale getirilerek autocad'da hazırlanan vektörel çizim, piksel görüntüden oluşan bmp resim dosyası haline getirilir.



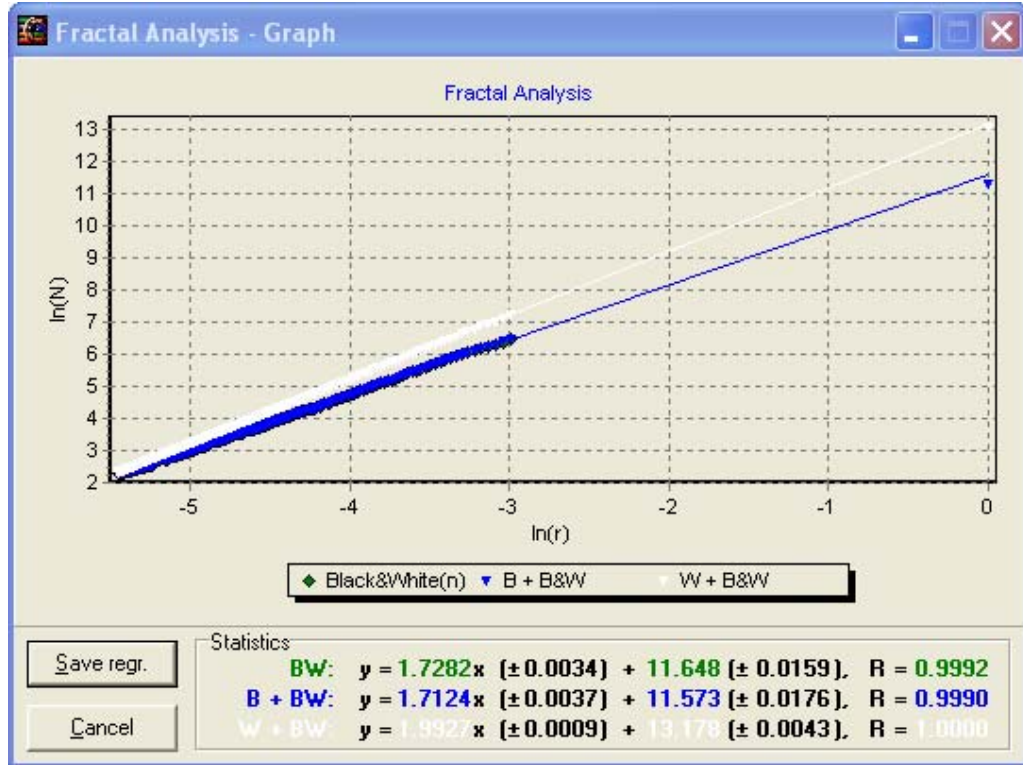
Şekil 5.1 Yol dokusunun çizilmesi

Daha sonra HarFA programına aktarılarak Şekil 5.2'de görülen "Fractal Analysis" penceresinde "treshold" adı verilen işlem yapılarak çizim siyahbeyaz olarak tanımlanır.



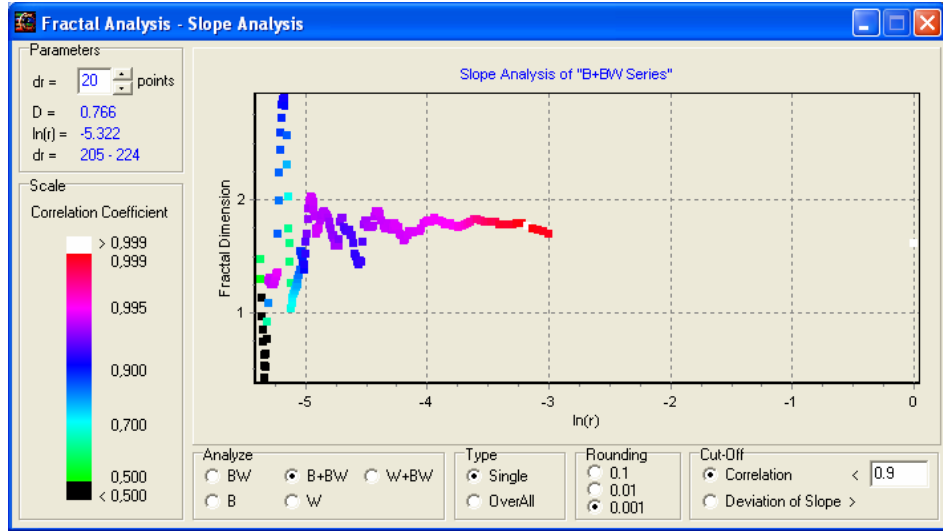
Şekil 5.2 Fraktal boyut hesabı için gerekli verilerin girilmesi

Tüm olası kutu boyutlarının işleme dahil edilmesi için “Continuous” kısmı aktif hale getirilir. Daha küçük boyutlarda, önceki bölümlerde anlatıldığı gibi, fraktal boyutlar anlamlı olmayacağından Mesh kısmına minimum kutu boyutu olarak 20 değeri girilir. “Start” ile işlem başlatılarak şekil 5.3’de görülen regresyon grafiği elde edilir.

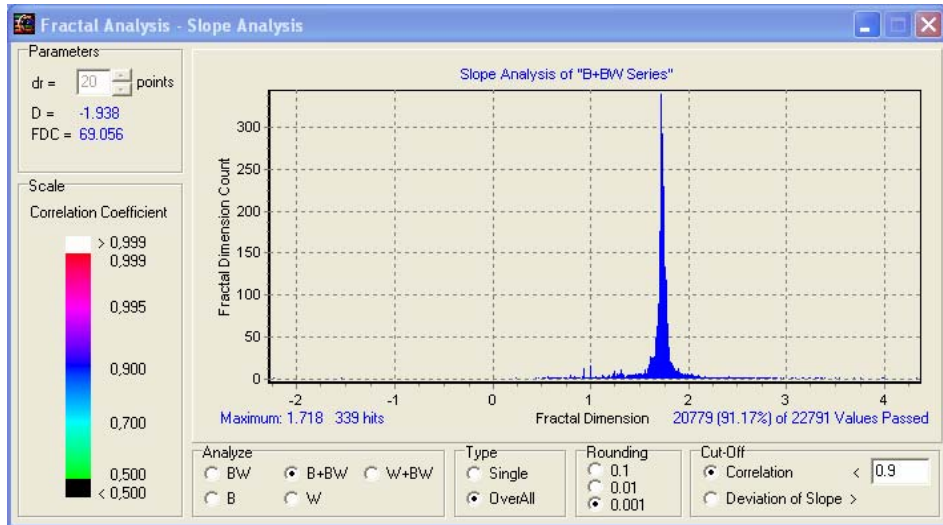


Şekil 5.3 Fraktal değerler grafiğiyle regresyon eğrisinin çizilmesi

Regresyon grafiğinde çok sayıda değer bir arada görüldüğünden daha iyi anlaşılabilmesi için grafiğin büyütülmesi yararlı olmaktadır. Bu grafikte sınır çizgisinin fraktal değerini veren siyahbeyaz kutulara göre (BW) fraktal boyut ve resmin tamamının fraktal boyutunu veren siyah ve siyahbeyaz (B+BW) kutulardan elde edilen değerler bir arada görülmektedir. Fraktal değerler spektrumunun daha iyi görülebilmesi için şekil 5.2'deki "Slope analysis" işlemi yapılarak fraktal değeri veren regresyon grafiğindeki eğim değerleri serpme diyagramı şeklinde görülür. Serpme diyagramındaki "single" kısmı aktif ise tek tek fraktal değerler görülürken (Şekil 5.4), "overAll" kısmı aktif ise fraktal değerlerin frekanslarını gösteren histogram grafiği elde edilir (Şekil 5.5). Bu grafikte en yüksek frekansa sahip olan değer aranan fraktal boyut değeridir. Grafikte görüldüğü gibi çok büyük ve çok küçük kutu boyutlarında fraktal değerler lineerlikten uzaklaşmaktadır.



Şekil 5.4 Farklı kutu boyutlarıyla hesaplanan Fraktal değerlerden oluşan serpme diyagramı

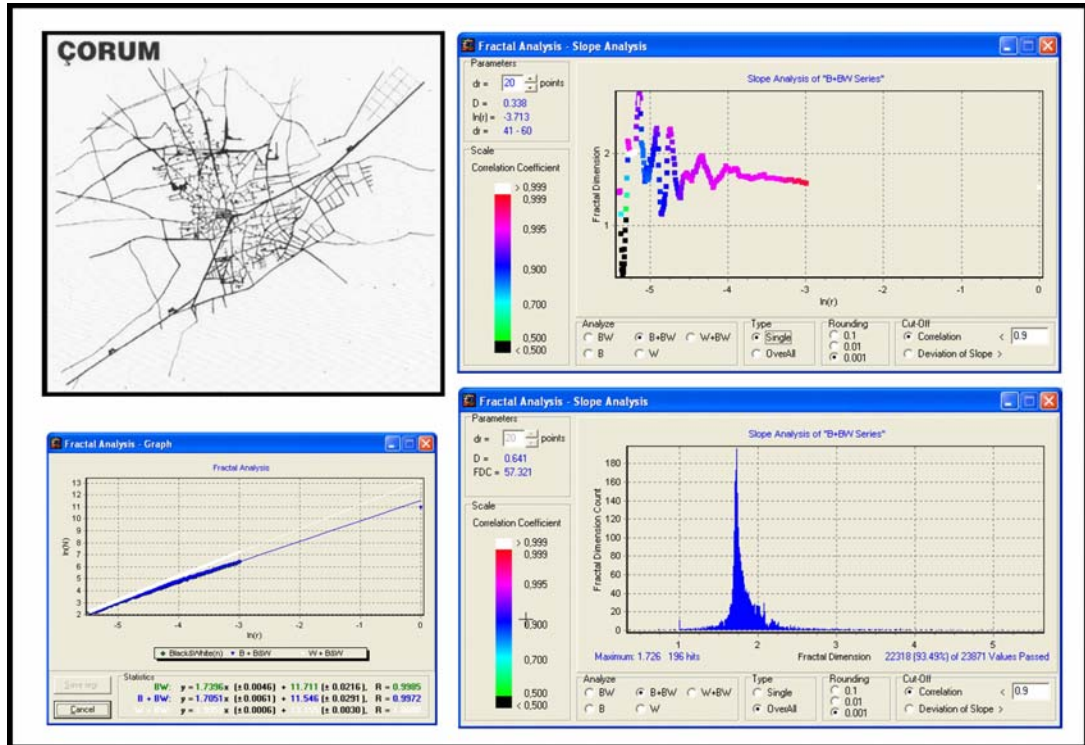


Şekil 5.5 Hesaplanan fraktal değerlerle oluşturulan histogram

Belirlenen yöntem, ilk olarak Çorum, Erzurum, Giresun, İzmit, K.Maraş, Mardin, Siirt, Sivas ve Trabzon kentlerinin geleneksel dokuları üzerinde kullanılarak fraktal değerler elde edilmiştir. Geleneksel kentler üzerinde yapılan çalışma, Türkiye'deki geleneksel kent dokularının benzer karmaşıklık derecesine sahip olup olmadıklarının belirlenmesi açısından önemlidir. Ayrıca bu kentlerin fraktal değerlerinin hesaplanması, belirlenen örneklem alanlarının komplekslik derecelerini yansıtan fraktal değerlerinin karşılaştırılabileceği birer örnek oluşturması ve geleneksel Türk kent dokusunun fraktal değeri hakkında fikir vermesi açısından önemlidir. Yöntemin Türkiye'deki geleneksel yerleşme dokuları üzerinde uygulanması sonucu şu değerlere ulaşılmıştır (Şekil 5.6-14):

### Çorum Kent Dokusunun Fraktal Boyutu:

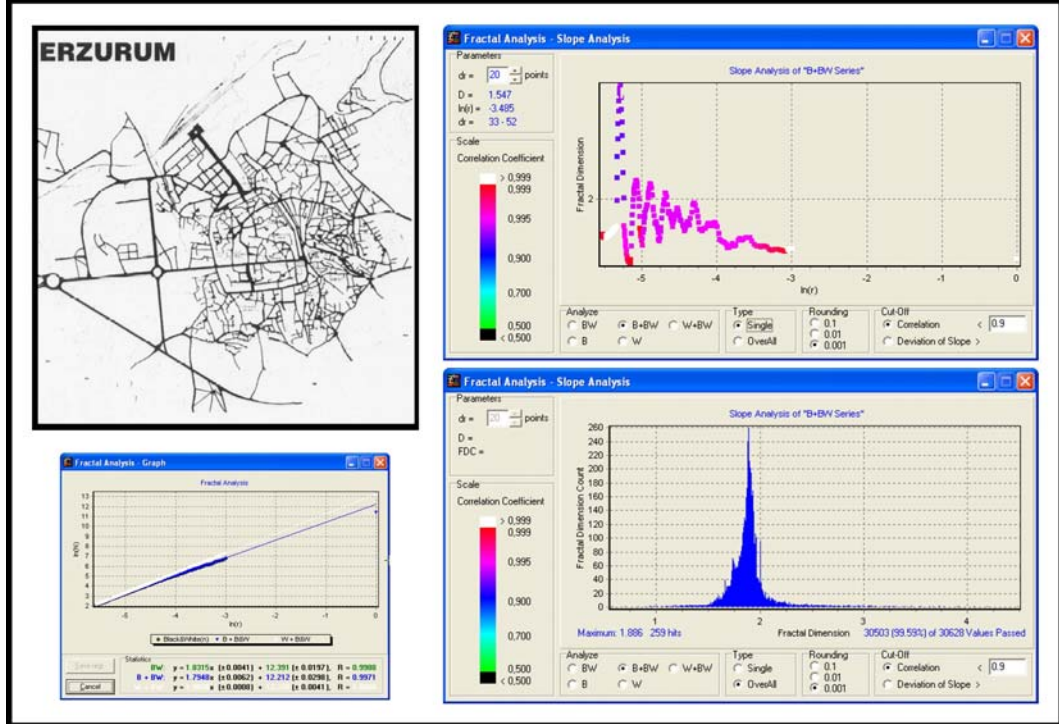
Yapılan analiz sonucunda Çorum kentinin fraktal boyutu 1.726 olarak bulunmuştur. Fraktal değerler grafikler üzerinde incelendiğinde değerlerin 1.6-1.9 aralığında yoğunlaştığı görülmektedir.



Şekil 5. 6 Çorum Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı

### Erzurum Kent dokusunun Fraktal Boyutu:

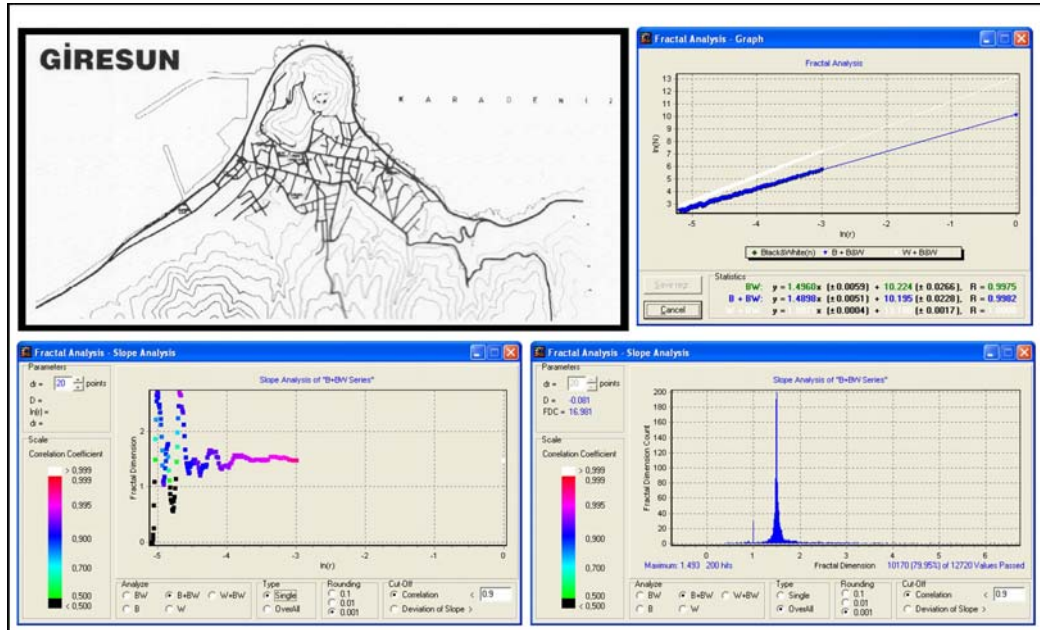
Erzurum kenti fraktal boyutu analiz edildiğinde boyut değerlerinin 1.73 ile 1.9 arasında yoğunlaştığı, en yüksek frekansa sahip değerin ise 1.886 olduğu görülmektedir.



Şekil 5. 7 Erzurum Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı

### Giresun Kent dokusunun Fraktal Boyutu:

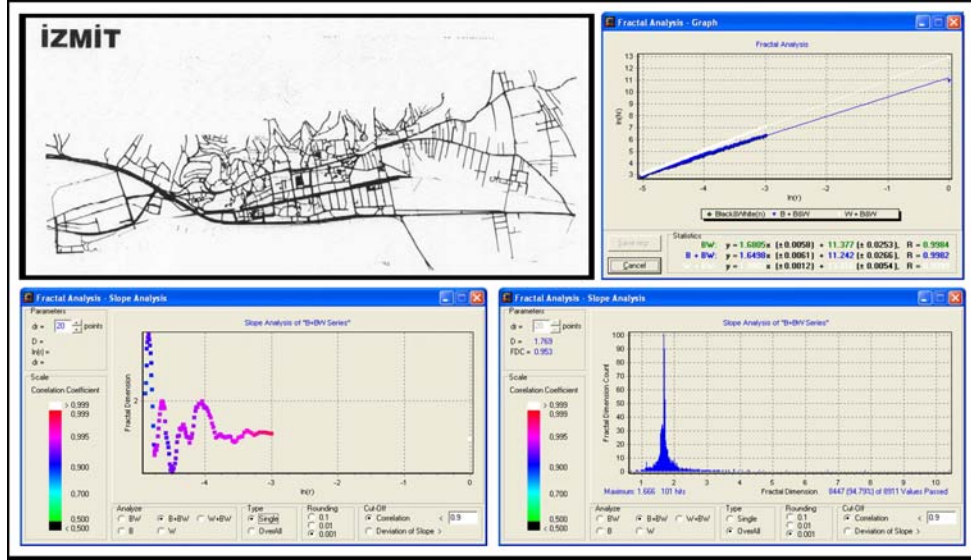
Giresun Kentinin fraktal boyutu 1.493 olarak belirlenmiştir. Fraktal boyut frekanslarının 1.4 değerinden itibaren hızla arttığı ve en yüksek frekansa sahip 1.493 değerinden sonra 1.6'ya kadar olan fraktal değerlerde frekansların düştüğü görülmektedir.



Şekil 5. 8 Giresun Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı

## İzmit Kent dokusunun Fraktal Boyutu:

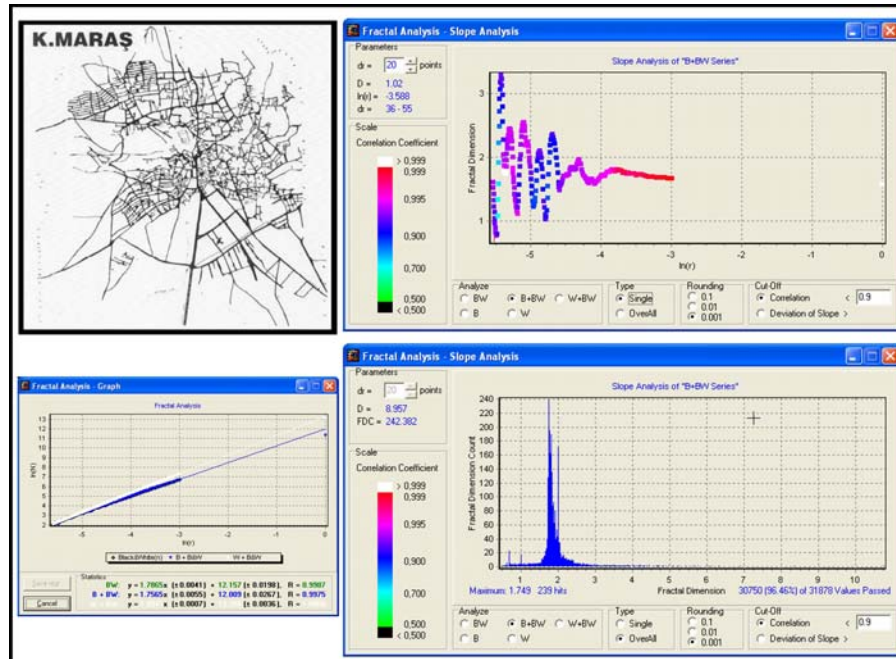
İzmit kenti için en yüksek frekansa sahip fraktal değer 1.666 olarak belirlenmiştir. Fraktal değerlerin frekansları 1.55'den itibaren artmaya başlayıp 1,666'da zirve değere ulaştıktan sonra 1.77 değerine kadar hızla azalmaktadır.



Şekil 5. 9 İzmit Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı

## K.Maraş Kent dokusunun Fraktal Boyutu:

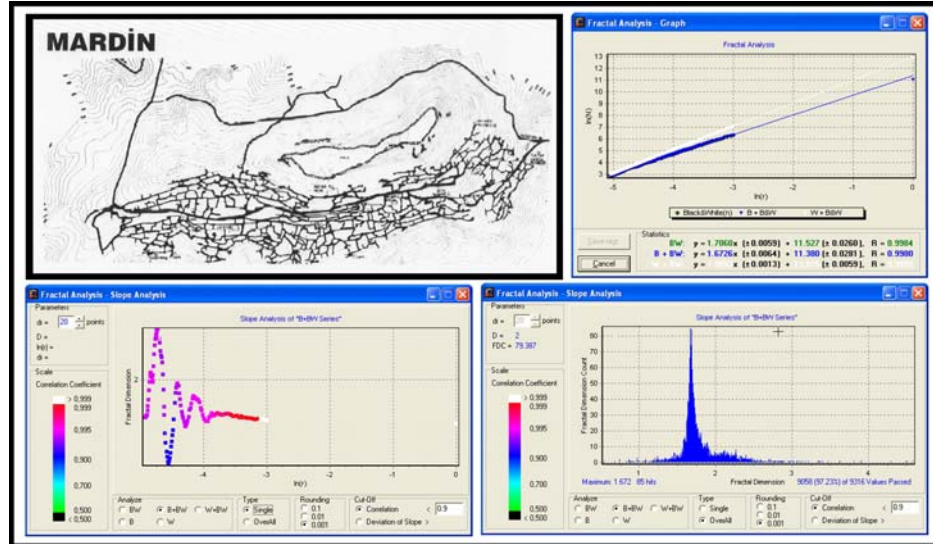
Maraş'ın hesaplanan fraktal değeri 1.749'dur. Fraktal değer frekansları 1.65 ile 1.9 arasında artış göstermektedir.



Şekil 5. 10 Kahramanmaraş Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı

## Mardin Kent dokusunun Fraktal Boyutu:

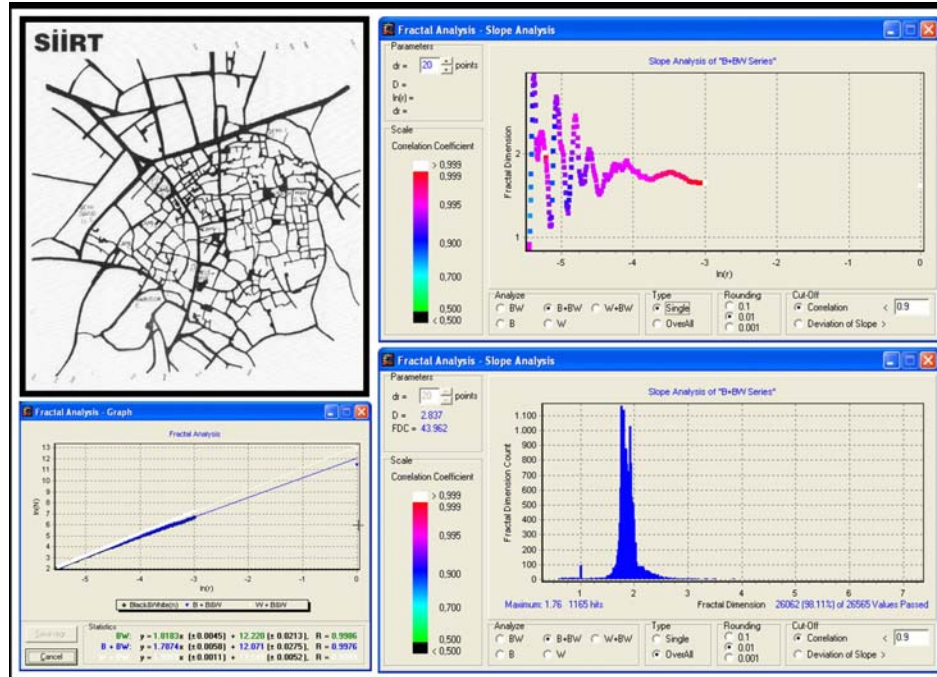
Mardin kentinin fraktal boyutu 1.672 olarak hesaplanmıştır. En yüksek frekansa sahip boyut değerleri 1.6-1.8 arasında yoğunlaşmaktadır.



Şekil 5. 11 Mardin Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı

## Siirt Kent dokusunun Fraktal Boyutu:

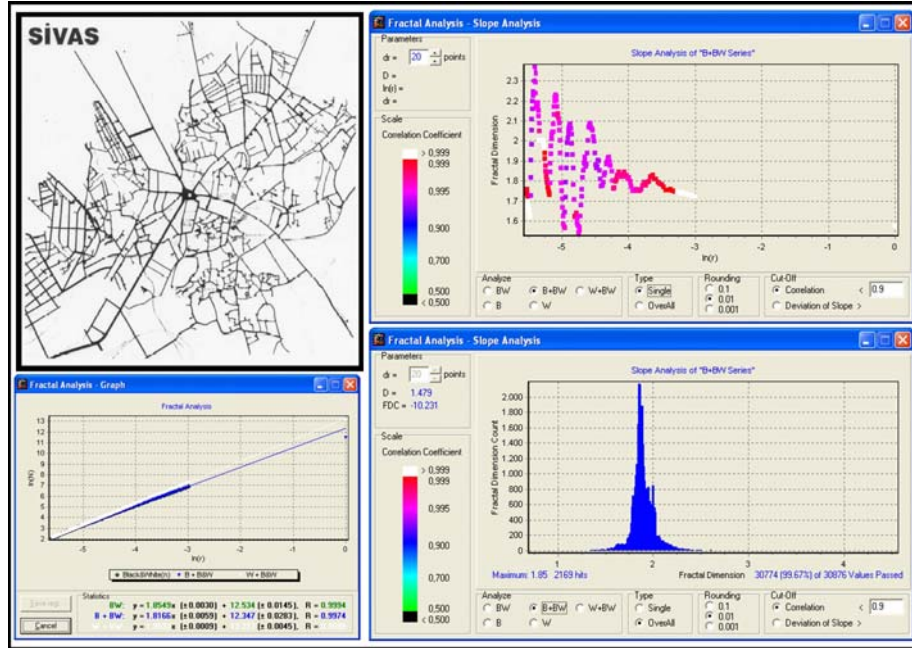
Siirt kenti fraktal değerler grafiği incelendiğinde fraktal değerlerin salınımlarının 1.67 ile 1.99 değerleri arasında yoğunlaştığı ve frekansın bu aralıkta arttığı görülmektedir. En yüksek frekansa sahip değer ise 1.76 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 5. 12 Siirt Kenti Yol Dokusunun Fraktal Yapısı

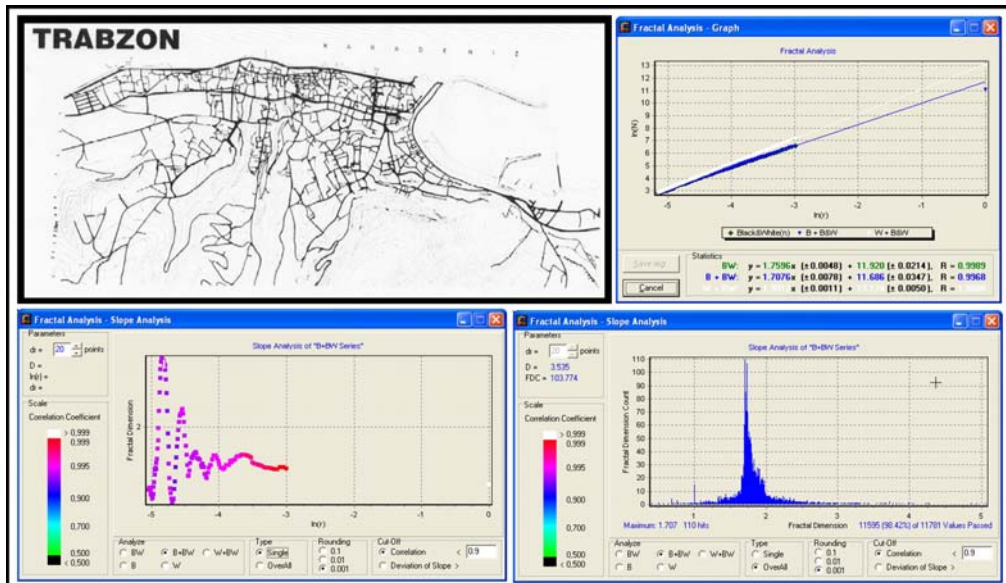
## Sivas Kent dokusunun Fraktal Boyutu:

Sivas geleneksel kent dokusu üzerinde yapılan analizde fraktal boyutun 1.85 olduğu ve fraktal değerler spektrumunun 1.77 ile 1.92 aralığında yoğunlaştığı belirlenmiştir.



## Trabzon Kent dokusunun Fraktal Boyutu:

Trabzon kentinin fraktal boyutu incelendiğinde salınımın yoğunlaştığı fraktal değerler spektrumunun 1.68 ile 1.82 arasında olduğu ve en yüksek frekansa sahip olan değer 1.707 olduğu görülmüştür.



Tablo 5.1 Geleneksel Yerleşimler ve Örneklem Alanlarının Yol Dokusu Fraktal Değerleri

Çorum	1.726
Erzurum	1.886
Giresun	1.493
İzmit	1.666
Maraş	1.749
Mardin	1.672
Siirt	1.76
Sivas	1.85
Trabzon	1.707

Geleneksel kent dokularının hesaplanan fraktal boyutları incelendiğinde, kentlerin çoğunda yaklaşık 1,7 değeri görülmektedir (Tablo 5. 1).

## 5.2 Örneklem Alanı Üzerinde Çalışmalar

Türkiye'deki bazı geleneksel kent dokularının fraktal yapıları sadece plan üzerinde yapılan çalışmayla incelendikten sonra, örneklem alanlarında farklı ölçeklerde analiz yapılarak varsayımların sınanmasına çalışılmıştır. Bu çalışma ile geleneksel kentlerin ve örneklem alanlarının dokularının fraktal analizinden elde edilen değerler karşılaştırılmıştır. Örneklem alanlarından elde edilen veriler ise iki şekilde incelenmiştir:

- i. Örneklem alanlarında farklı ölçeklerde elde edilen veriler arasındaki benzerlikler araştırılarak ölçeklerarası hiyerarşi ve uyumun varlığı her örneklem için ayrı ayrı değerlendirilmiş, farklı mekan öğelerinin fraktal boyuta etkisi incelenmiştir.
- ii. İki örneklem arasında aynı ölçeklerdeki fraktal boyut değerleri karşılaştırılarak, fiziksel yapıdaki farklılık ile fraktal değerler arasındaki farklılık arasında paralellik bulunup bulunmadığı araştırılmıştır.

### 5.2.1 Belirlenen Örneklem Alanları ve Seçilme Nedenleri

Yöntemin sınanması için birbirinden farklı karaktere sahip iki örneklem alanı belirlenmiştir. Bu alanların seçimindeki amaç biri modern dönem karakteri taşıyan ve ülkemizde yaygın olan toplukonut anlayışı ile her ne kadar tamamıyla korunmuş olmasa da geleneksel yapıların bulunduğu tarihi bir bölgenin mekansal yapılarının karşılaştırılabilmesidir. Seçilen alanlardan biri son yıllarda yapılmış olan ve ikinci etabının inşası sürmekte olan, E5 Ambarlı kavşağı ile Ambarlı Limanı arasında bulunan Marmara Evleri' nin birinci etabıdır. Diğer örneklem alanı ise Tarihi yarımada'da Fatih ilçesi sınırları içerisinde, Millet caddesi, Namık kemal Caddesi, Kızıl Elma Caddesi, Kocamustafa Paşa Caddesi, Küçük Langa caddesi ve

Yokuşçeşme Sokak tarafından sınırlanan;Cerrahpaşa, Çakırağa, Keçihatun, Kürkübaşı ve Nevbahar mahallelerini içeren alandır.

### 5.2.2 Yöntemin Örneklem Alanları Üzerinde Uygulanması

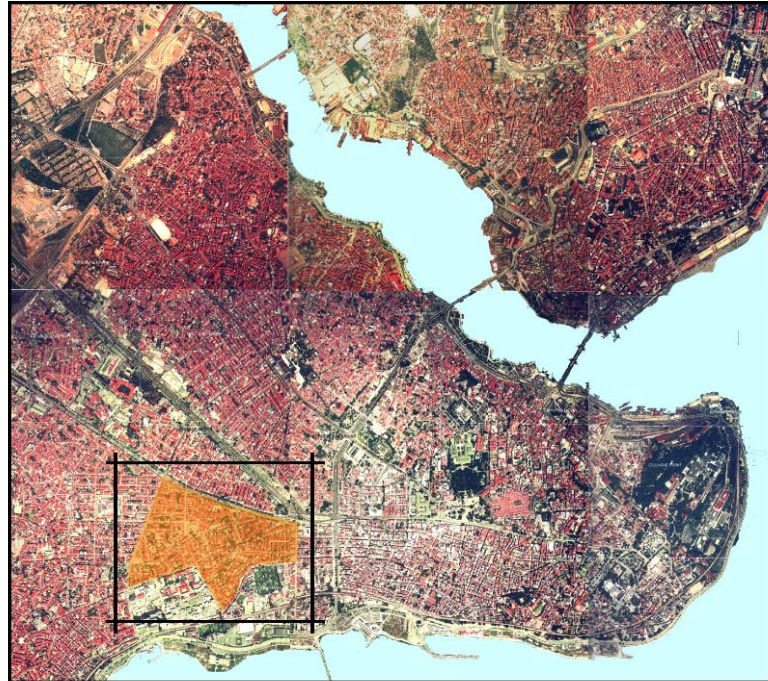
Örneklem alanlarının sınırları belirlenirken, alansal büyüklüklerinin birbirine yakın olmasına çalışılmıştır. Bununla birlikte, toplukonut alanının belirgin sınırları olsa da cerrahpaşa bölgesinde böyle bir ayırım söz konusu değildir. Cerrahpaşa bölgesi belirlenirken, fiziksel yapının devamlılığı ve yollar gibi ayırıcılarla tanımlanmış olan alt birimlerin bölünmemesi önemli olduğundan iki bölgenin büyüklüğü birbirine yakın olmakla birlikte eşit değildir.

Tablo 5.2 Marmara evleri ve Cerrahpaşa bölgesi alan ve nüfus değerleri

	Marmara Evleri	Cerrahpaşa Bölgesi
Nüfus	12.000	20.000
Alan	50 ha	56 ha

#### 5.2.2.1 Örneklem Alanı 1: Cerrahpaşa Bölgesi

Örneklem alanlarından Cerrahpaşa bölgesi,Tarihi yarımada içerisinde konumlanmış olup fiziksel özellikleri açısından çevresiyle bütünlük göstermektedir (Şekil 5.15). Bu nedenle Cerrahpaşa bölgesinin fraktal yapısının belirlenmesi sürecinde tarihi yarımada ölçeğinden başlanıp örneklem alanı içerisindeki yapı elemanı detayına kadar farklı ölçeklerde hesaplar yapılmış, bu değerler ve aralarındaki ilişki irdelenmiştir.



Şekil 5. 15 Cerrahpaşa örneklem alanının kent içindeki konumu

Tarihi yarımada'nın Roma döneminden günümüze kadar gelişimine plan üzerinden bakıldığında denizin kent gelişiminde önemli bir sınırlayıcı olduğu ve başlangıçtaki yapıya bağlı gelişim görülmektedir (Şekil 5.16).



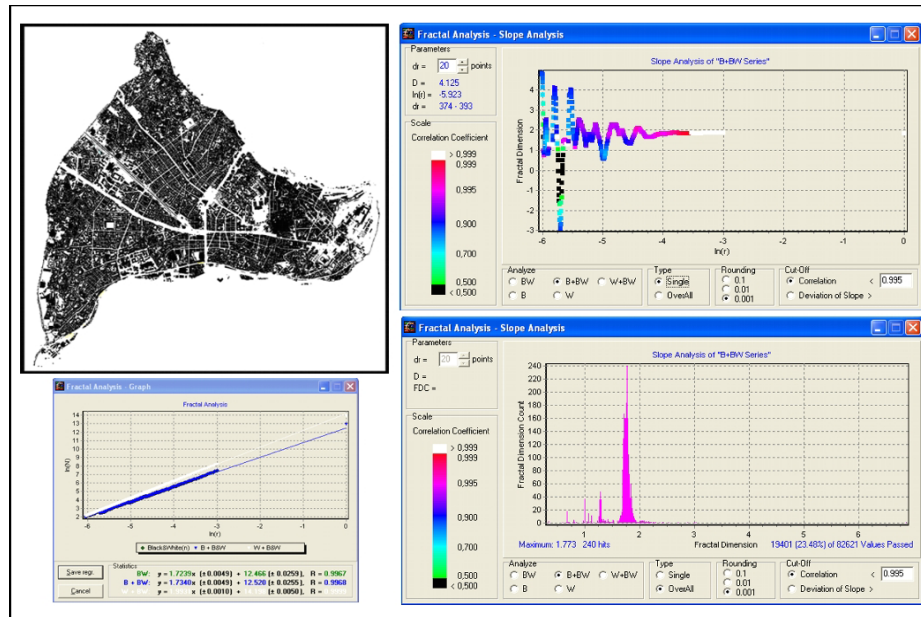
Şekil 5.16 Tarihi Yarımada'nın Tarihsel Gelişim Süreci

İlk olarak tarihi yarımada'nın kütle organizasyonu, sınır çizgisi, silüet çizgisinin fraktal boyut değerleri hesaplanmıştır (Şekil 5.17-23).

Tarihi yarımada bütününün fraktal değeri hesaplandığında geleneksel Türk kent dokularından elde edilen değerlerle paralellik gösteren 1.773 değeri bulunmuştur. Daha sonra örneklem alanı olarak belirlenen Cerrahpaşa bölgesi bütününde kütle organizasyonu ve ulaşım sistemine göre fraktal değerler hesaplanmış, alandaki tüm yapı adalarının fraktal değerleri belirlenmiştir.

### Tarihi yarımada kütle organizasyonunun fraktal değeri:

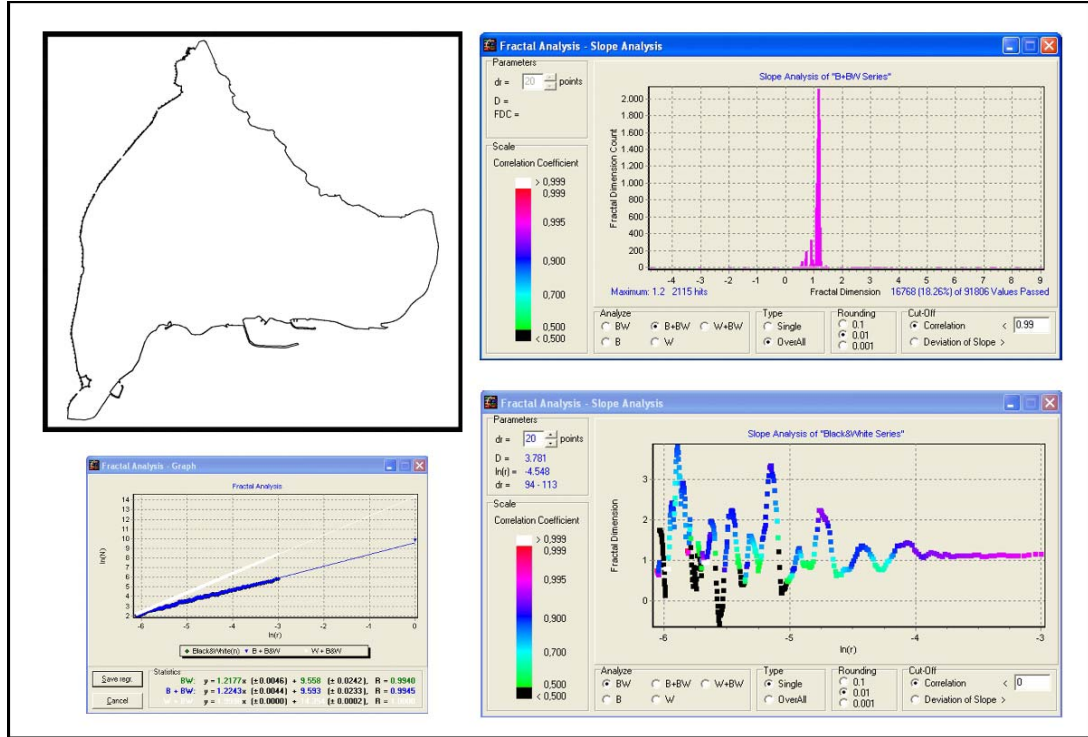
Tarihi yarımada kütle organizasyonunun fraktal değeri olarak belirlenen 1.773 değeri geleneksel Türk kentlerinden elde edilen değerlerle benzerlik göstermektedir (Şekil 5.17). Bu sonuç, tarihi yarımada ile geleneksel dokuların benzer komplekslik derecesinde oldukları anlamına gelmektedir.



Şekil 5.17 Tarihi Yarımada Kütle Organizasyonu

### Tarihi yarımada sınır çizgisinin fraktal değeri:

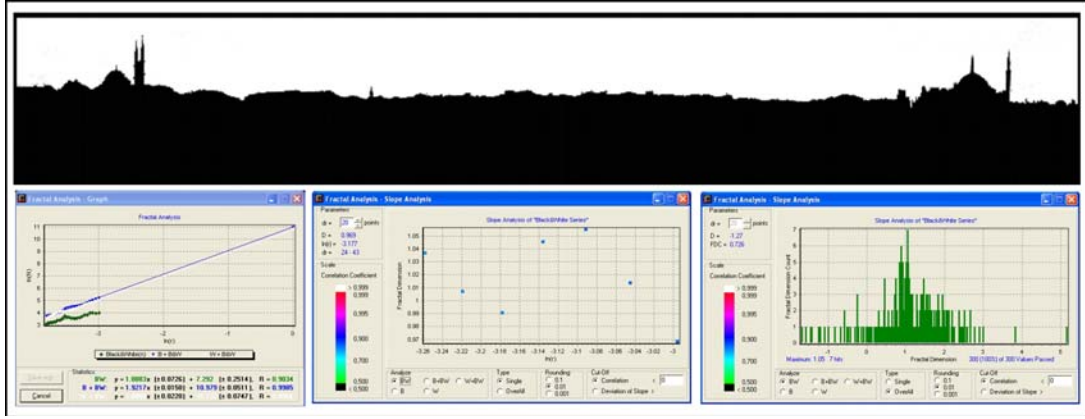
Tarihi yarımada sınır çizgisinin fraktal boyutu incelendiğinde İngiltere kıyı sınırının fraktal değere sahip olması gibi fraktal bir değerle karşılaşılmaktadır. Elde edilen 1.2 değeri, kıyı sınırının uzayda basit tek boyutlu bir çizgiden daha fazla bir yer kapladığı ve farklı ölçeklerde kırıklılık özelliğini koruduğunu ifade etmektedir (Şekil 5.18).



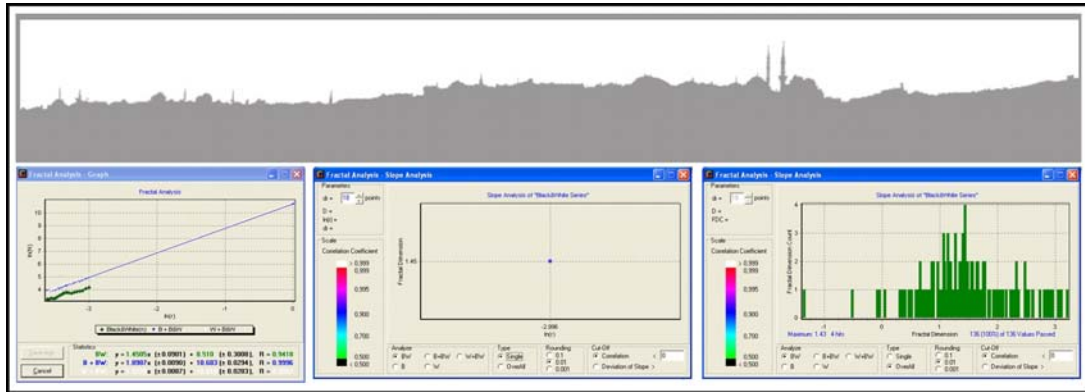
Şekil 5.18 Tarihi Yarımada Sınır Çizgisinin Fraktal Boyutu

### Tarihi yarımada silüet çizgisinin fraktal değeri:

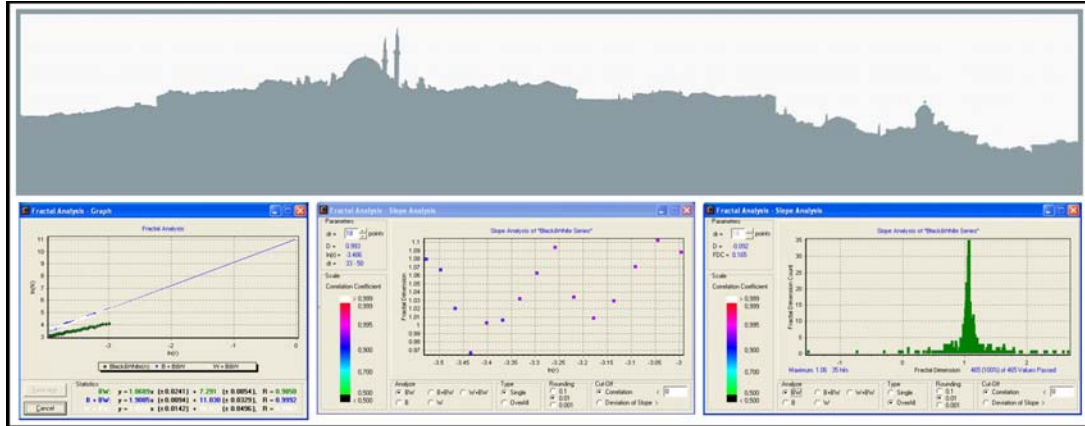
Tarihi yarımada silüet sınırının fraktal değeri 5 farklı parçada incelenmiştir. Ufuk çizgisini oluşturan hattın hareketliliğine bağlı olarak farklı fraktal değerler elde edilmiştir. Bu değerler 1.05, 1.12 ve 1.43 olmak üzere üç farklı değer almaktadır (Şekil 5.19-23). Topografyadaki hareketlilik, doğal elemanların varlığı ve dini yapıların girintili çıkıntılı ve eğrisel sınırları ufuk çizgisinin fraktal değerinin artmasına katkıda bulunan unsurlardır.



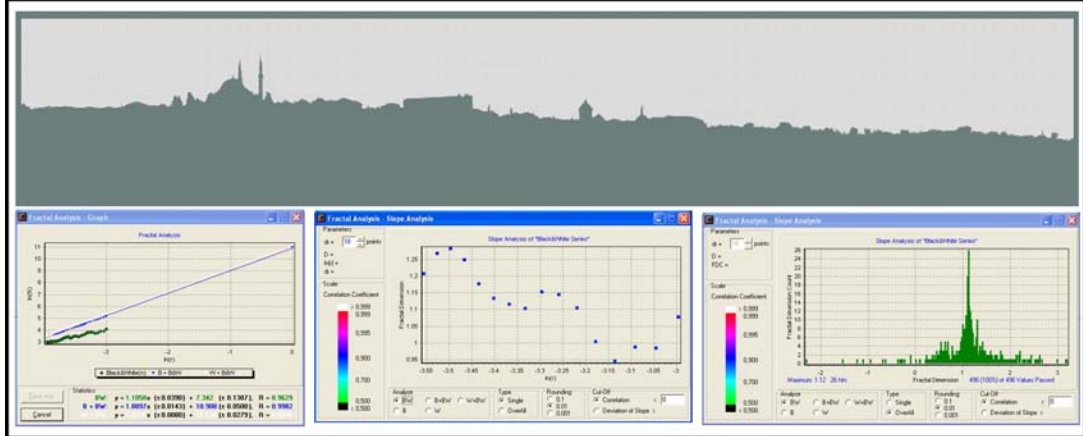
Şekil 5. 19 Tarihi Yarımada Silüet Çizgisinin Fraktal Boyutu: Silüet no 1



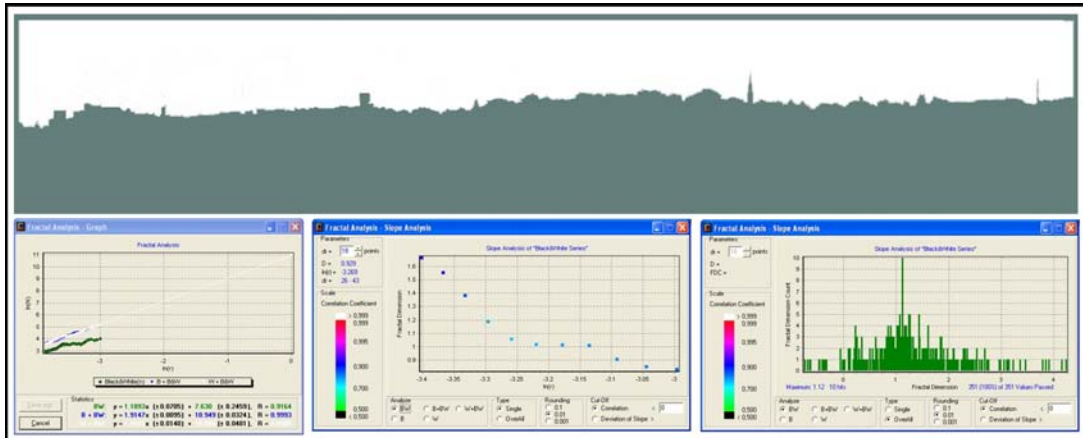
Şekil 5. 20 Tarihi Yarımada Silüet Çizgisinin Fraktal Boyutu: Silüet no 2



Şekil 5. 21 Tarihi Yarımada Silüet Çizgisinin Fraktal Boyutu: Silüet no 3



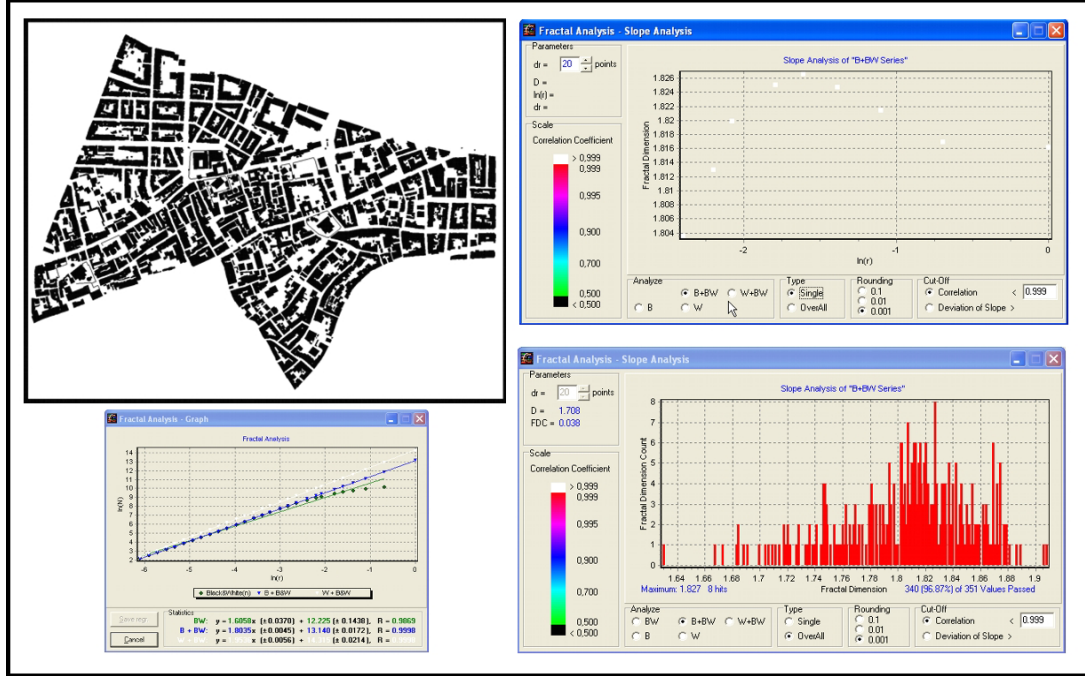
Şekil 5. 22 Tarihi Yarımada Silüet Çizgisinin Fraktal Boyutu: Silüet no 4



Şekil 5. 23 Tarihi Yarımada Silüet Çizgisinin Fraktal Boyutu: Silüet no 5

### Cerrahpaşa kütle organizasyonunun fraktal değeri:

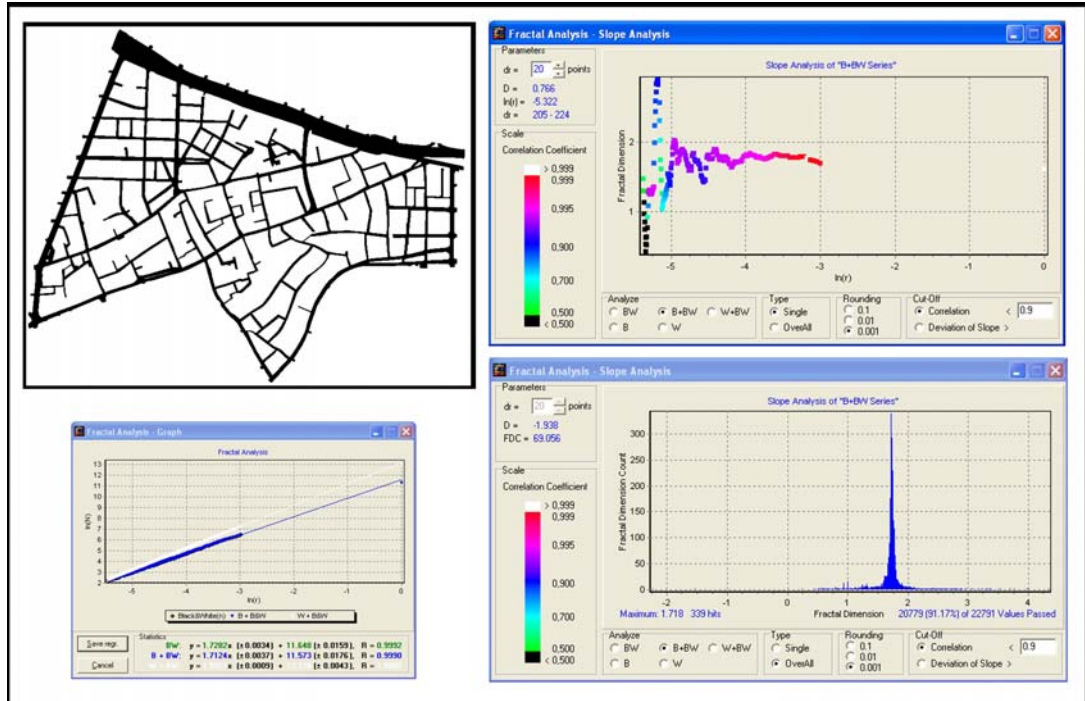
Cerrahpaşa kütle organizasyonunun fraktal değeri şekil 5.24'de görüldüğü gibi 1.827 olarak hesaplanmıştır ve bu değer hem geleneksel Türk kent dokuları hem de Tarihi yarımada kütle organizasyonu fraktal değerlerine oldukça yakındır. Tarihi yarımada kütle organizasyonunun fraktal boyutu olan 1.773 değerine olan yakınlığı, Cerrahpaşa bölgesi mekan organizasyonu ile benzerlik gösterdiği ve uyumlu olduğu yönünde ipucu vermektedir. Alanda yapılan analizler ve plan üzerinde yapılan incelemeler de bu benzerliği doğrulamaktadır. Örneklem alanında üçüncü boyuttaki süreklilik nedeniyle alan sınırı kısmen yoğunluğu fazla olan yollar dikkate alınarak belirlenmiştir.



Şekil 5.24 Cerrahpaşa Bölgesi Kütle Organizasyonuna göre Fraktal Boyut

### Cerrahpaşa ulaşım sisteminin fraktal değeri:

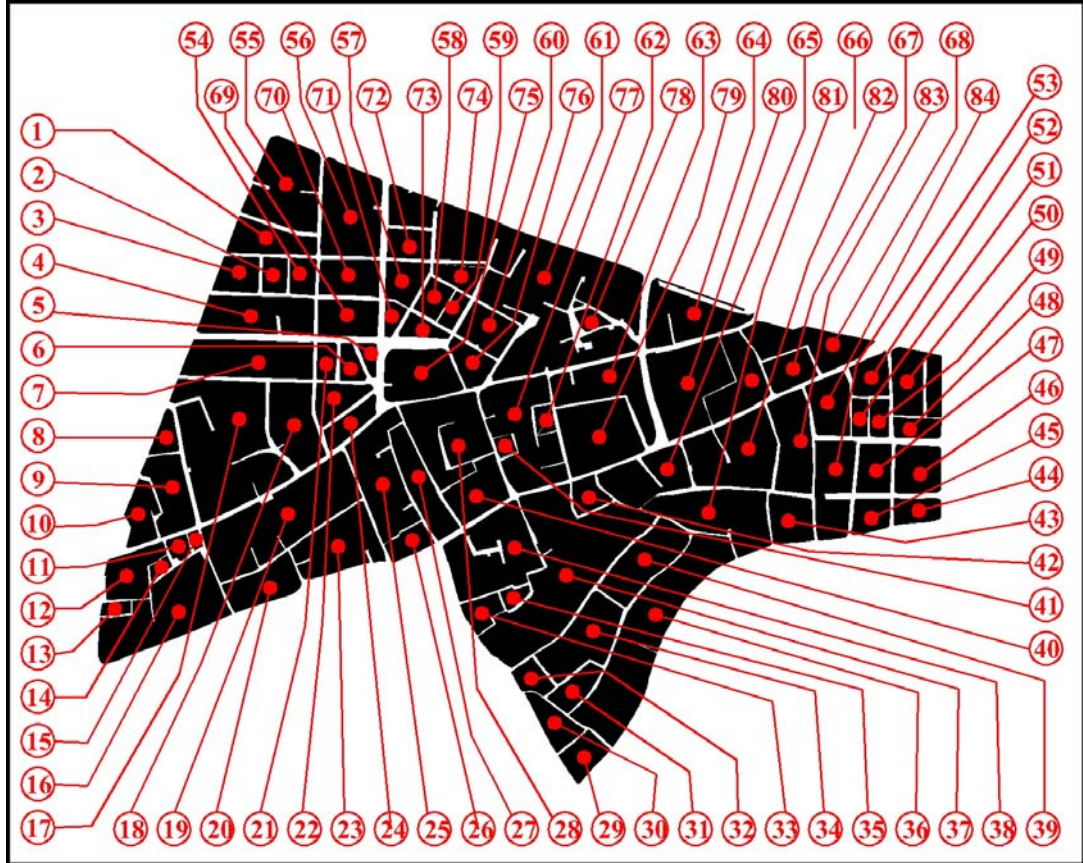
Çıkamaz sokaklar, eğrisel hatlı yolların görüldüğü Cerrahpaşa bölgesinde ulaşım sisteminin fraktal boyutu 1.718 olarak hesaplanmıştır (Şekil 5.25).



Şekil 5.25 Cerrahpaşa Bölgesi Ulaşım Sisteminin Fraktal Boyutu

### Cerrahpaşa bölgesi yapı adası ölçeğinde fraktal değerler:

Cerrahpaşa bölgesinde çok farklı büyüklüğe ve geometriye sahip yapı adaları bulunmaktadır. Çıkamaz sokaklarla ve eğrisel yolların bulunduğu yapı adalarında etkileşim yüzeyi artmakta, geometri karmaşıklaşmaktadır. Bunun sonucunda fraktal değerlerin arttığı görülmektedir. Çıkamaz sokaklar göreceli olarak taşıt hareketinin azaldığı alanlar olduğundan özellikle çocuklar için oyun mekanı görevi üstlenerek kentsel aktiviteleri desteklemektedir. Eğrisel yollar da özellikle yaya hareketi esnasında farklı perspektifler sunduğundan mekana zenginlik katmaktadır. Şekil 5.26'da görülen 81 yapı adasının, ada ve sınır çizgisinin fraktal değeri Ek. B Tablo 2'de verilmiştir. Bu hesaplardan elde edilen maksimum, ortalama ve minimum değerler ise tablo 5.3'de görülmektedir.



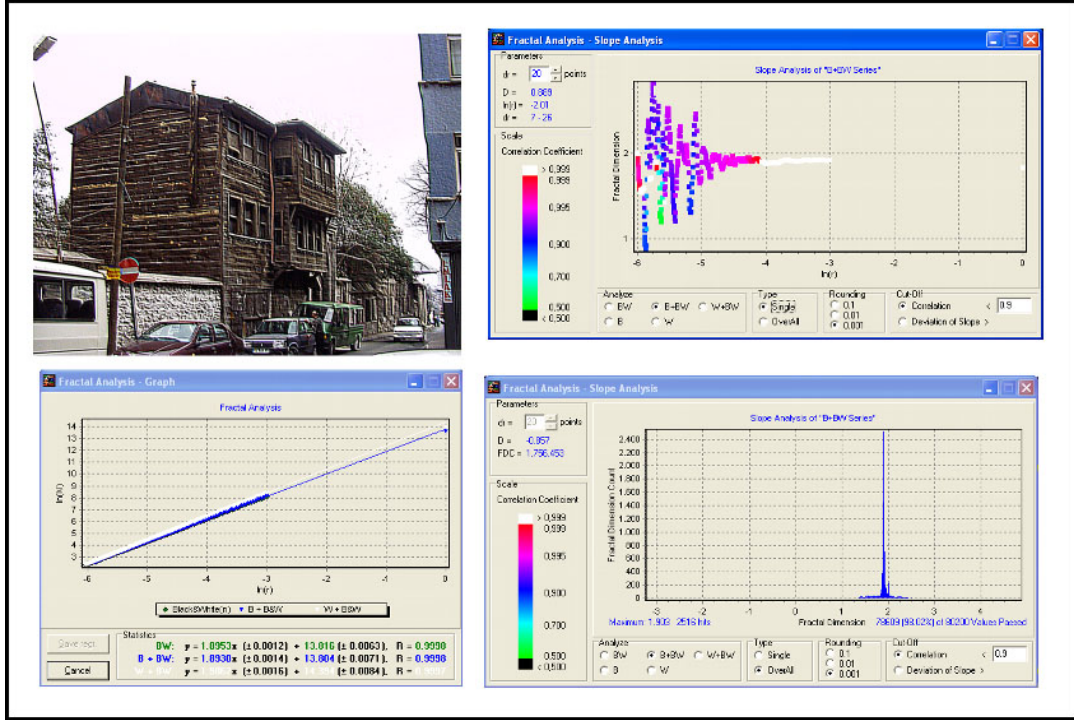
Şekil 5.26 Cerrahpaşa Bölgesi Ada Ölçeğinde Fraktal Boyut Anahtar Paftası

Tablo 5.3 Cerrahpaşa bölgesi ada bazında fraktal değerler

	Yapı Adası Sınırı Fraktal Değeri	Yapı Adası Fraktal Değeri
Minimum Fraktal Boyut	0,97	1,32
Ortalama Fraktal Boyut	1,04	1,589
Maksimum Fraktal Boyut	1,58	1,79

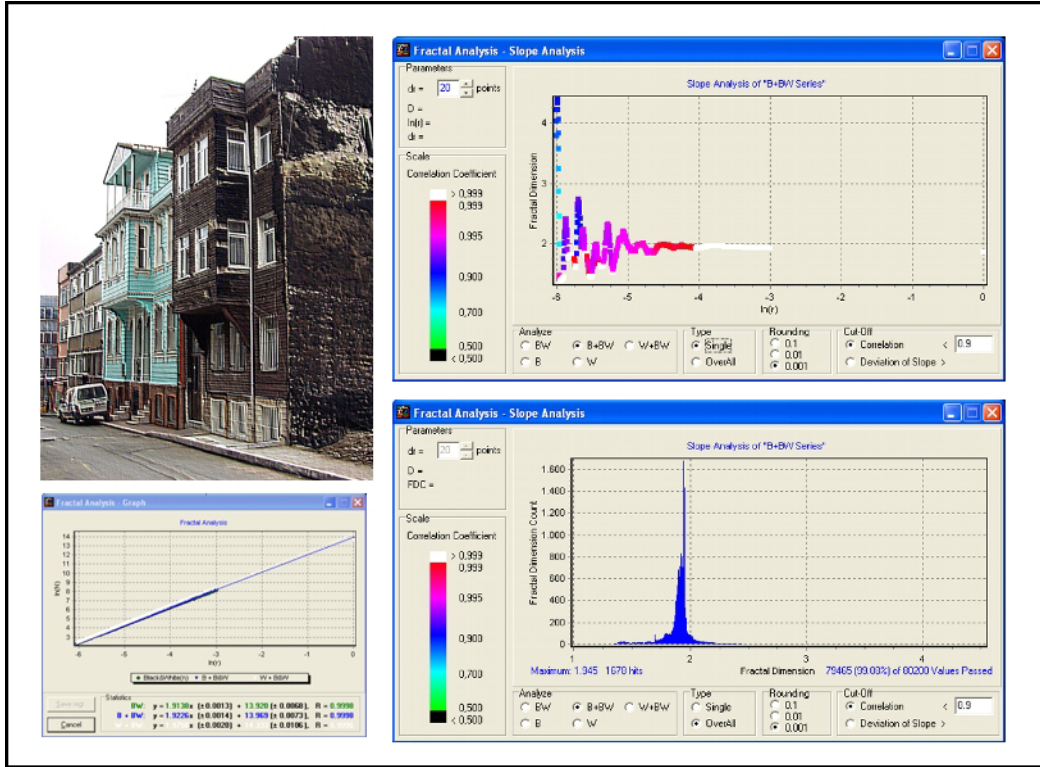
## Cerrahpaşa bölgesi sokak ölçeğinde fraktal değerler:

Sokak ölçeğinde yapılan araştırmalarda da fraktal değerlerle karşılaşmıştır. Bu ölçekte yapılan çalışmada 1.900-1.945 gibi oldukça yüksek değerler elde edilmiştir. Analiz yapılan sokaklardaki yapılar; cumba, çıkma gibi cephede hareketlilik sağlayan elemanlara sahiptirler. Geometrideki bu hareketliliğin yanı sıra ahşap, taş gibi doğal malzemelerin kazandırdığı doku ve detay zenginliği fraktal değeri artırmaktadır (Şekil 5.27-29).

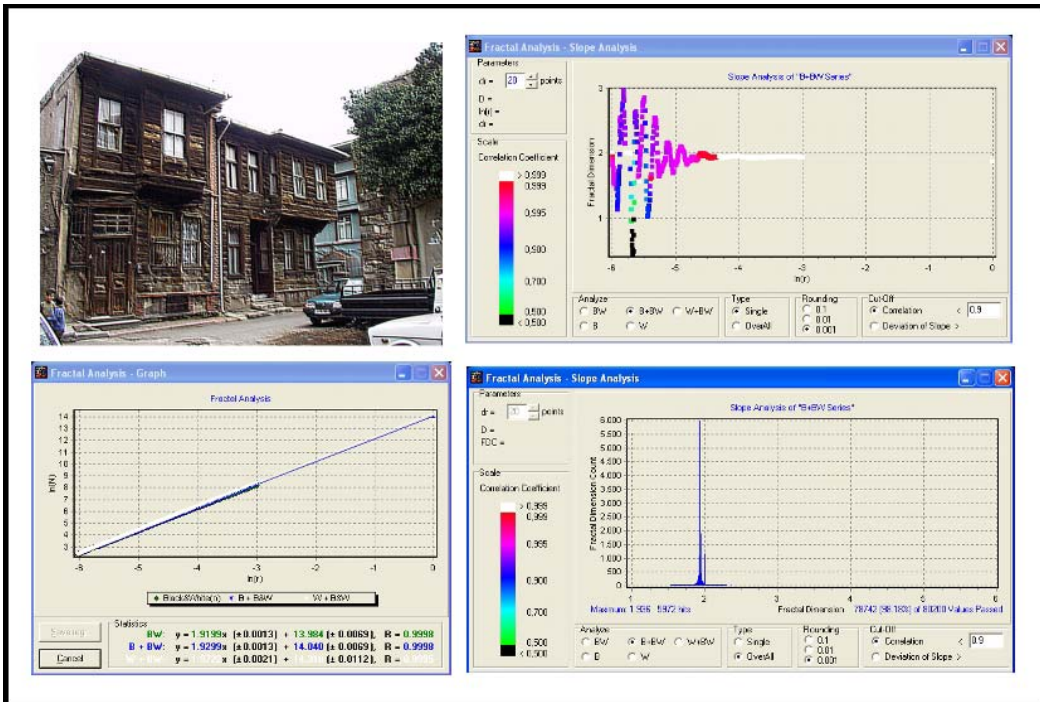


Şekil 5. 27 Sokak Ölçeğinde Fraktal Değerler: Örnek 1

Sokak ölçeğinde, yan yana gelen binaların çatı formlarındaki farklılıklar ufuk çizgisinde hareketlilik sağlamaktadır. Düşeyde ise farklı düzlemler ayırt edilir. Bunlar: Cumba ve çıkmaların oluşturduğu en öndeki düzlem, bina cephesi ve merdivenli girişlerin oluşturduğu yapı içine giren düzlem olarak algılanmaktadır. Bu düzlemler birbirleriyle bağlantılı olarak iç-dış mekan arasındaki ilişkiyi kuvvetlendirmektedirler. Cumba ve çıkmalar bina içinden dış mekanın daha geniş bir perspektifle algılanmasını sağlarken, merdivenli girişler, bina iç mekanıyla görsel bağlantı kurarlar. Yapılan hesaplar sonucunda elde edilen değerlerde görüldüğü gibi, tek bir düzlem üzerindeki düz-keskin hatlar yerine farklı düzlemler arasında geçişler yaparak oluşturulan bu mekanlar plan üzerinde ve üçüncü boyutta kompleks geometrileriyle fraktal yapı sergilemektedirler.



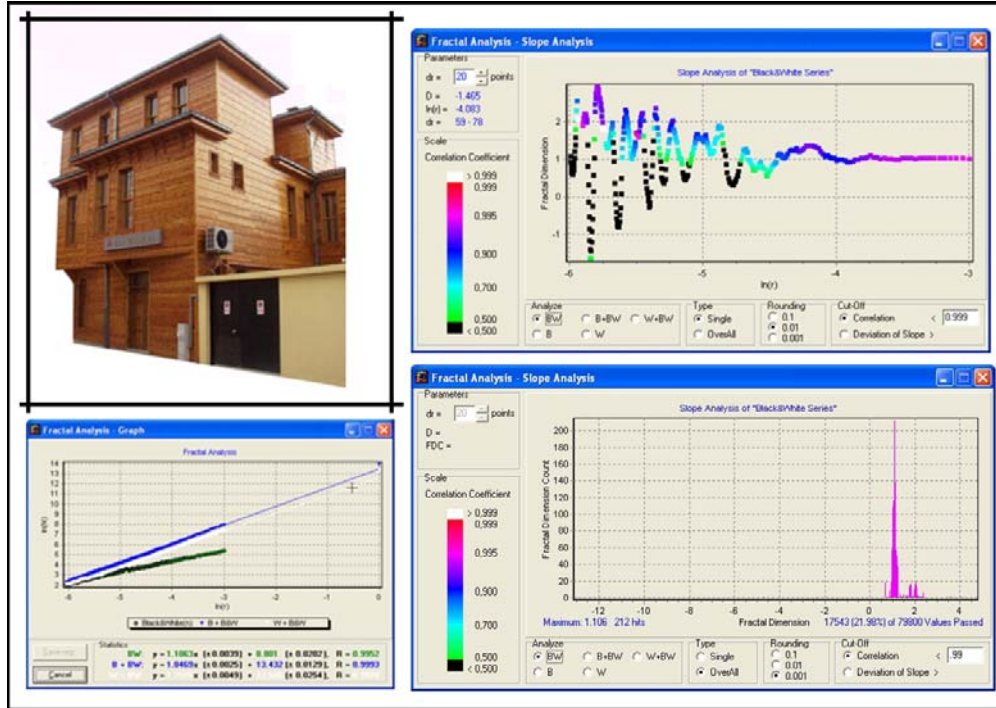
Şekil 5. 28 Sokak Ölçeğinde Fraktal Değerler: Örnek 2



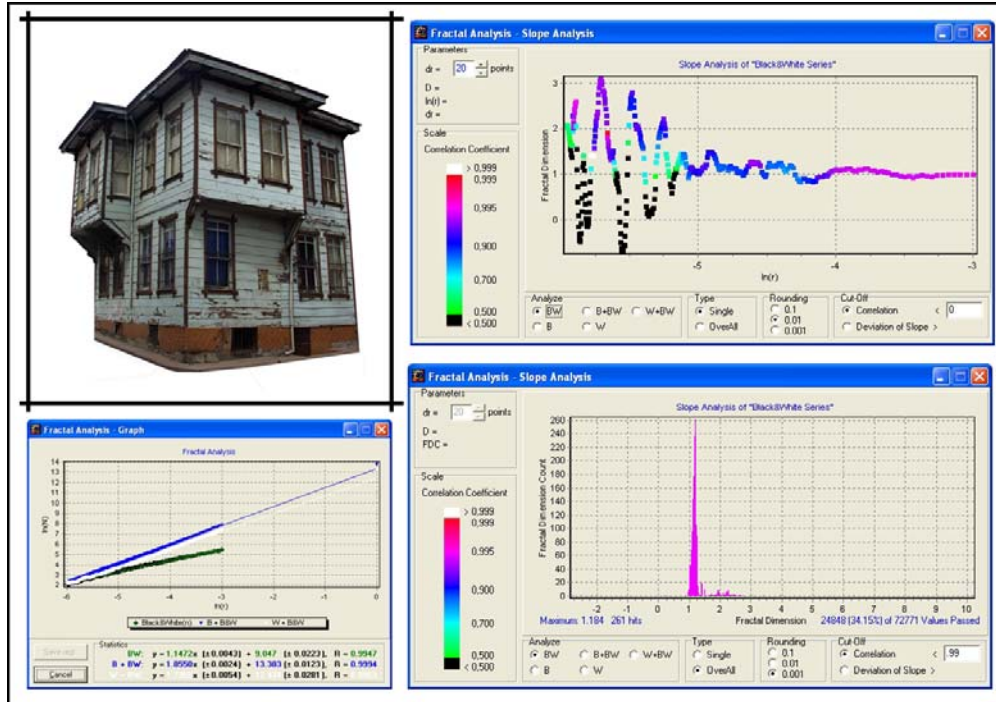
Şekil 5. 29 Sokak Ölçeğinde Fraktal Değerler: Örnek 3

## Cerrahpaşa bölgesi bina sınır çizgisi fraktal değerleri:

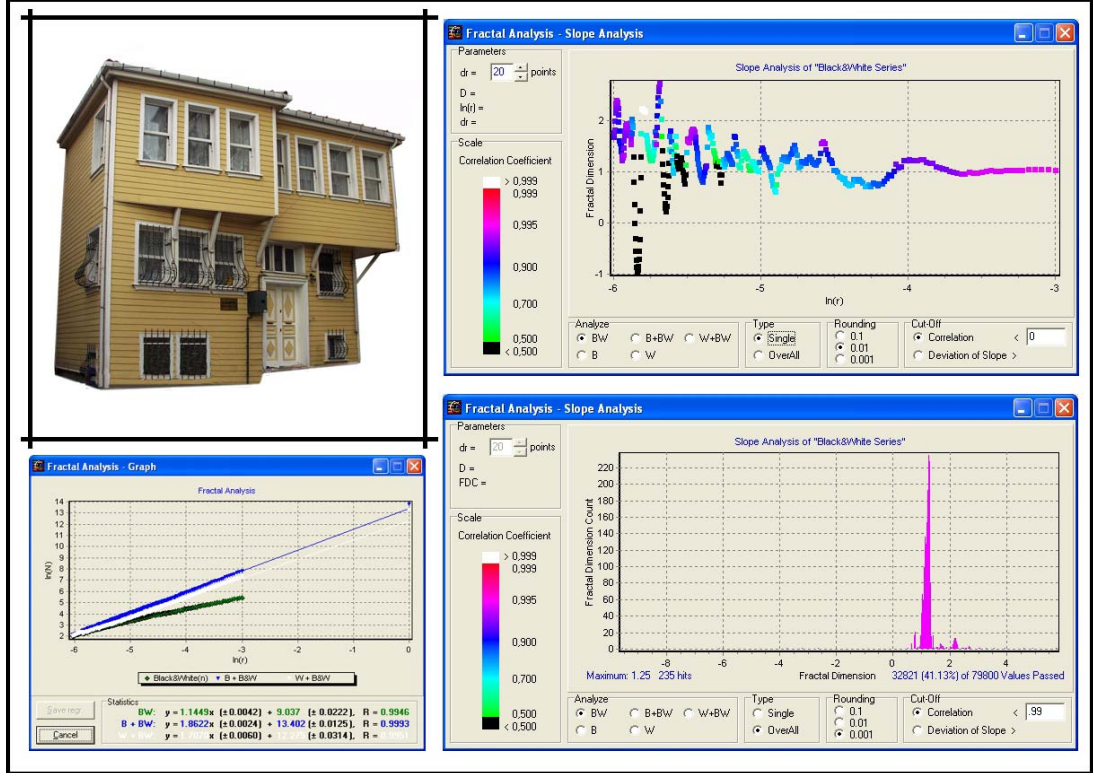
Bina sınır çizgisinin fraktal değerine sokak ölçeğinde olduğu gibi cumba ve çıkımların etkisi büyüktür. Bu nedenle bina ölçeğinde de fraktal değerler elde edilmiştir (Şekil 5.30-32).



Şekil 5. 30 Bina Sınır Çizgisi Fraktal Değerleri: Örnek 1



Şekil 5. 31 Bina Sınır Çizgisi Fraktal Değerleri: Örnek 2



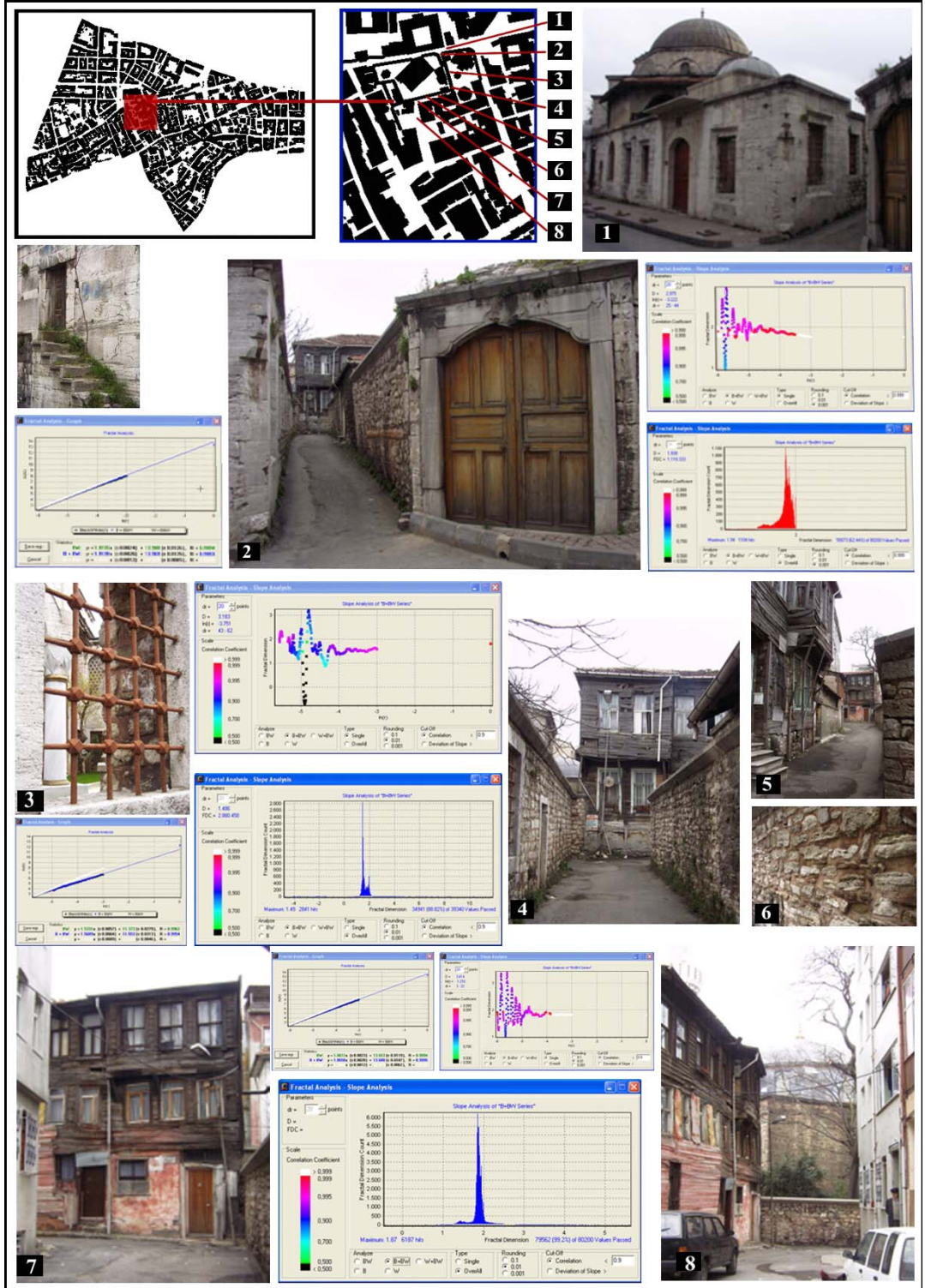
Şekil 5. 32 Bina Sınır Çizgisi Fraktal Değerleri: Örnek 3

### Cerrahpaşa bölgesi bina ve bina elemanı ölçeğinde fraktal değerler:

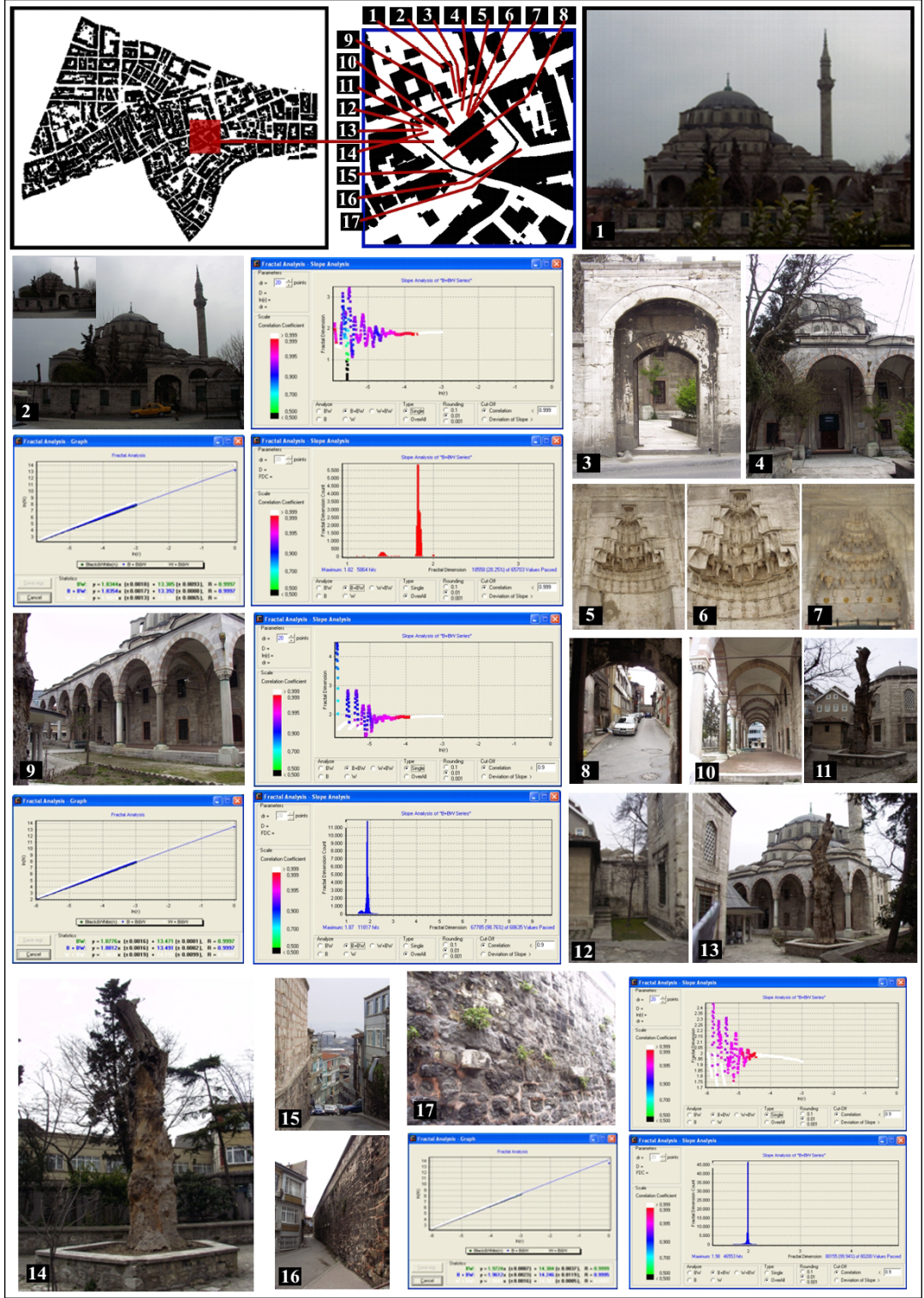
Bina ve bina elemanı ölçeğinde fraktal değerler hesaplanırken örneklem alanında yapılan gözlemlerle belirli hareket güzergahı üzerinde hareket edildiğinde karşılaşılan farklı ölçeklerdeki elemanların fraktal değerlerinin hesaplanmasına çalışılmıştır. Böylece alanda yapılan gözlemlerle kullanımın daha yoğun olduğu alanlarda belirli bir sistematik içinde ölçekler arası ilişkilerin de irdelenmesi mümkün olabilmektedir. Belirlenen alana yaklaşılan sokak ölçeğinden başlanarak, alanda ilerledikçe bina ölçeği ve daha yakınlaştıkça bina elemanı ölçeğine kadar farklı ölçeklerde hesaplar yapılmıştır (Şekil 5.33-37).

Bina ve bina elemanı ölçeğinde yapılan analizler sonucunda değerlerin büyük kısmının 1.9'un üzerinde olduğu görülmüştür. Beş ayrı alanında yapılan incelemede her alanda farklı ölçeklerdeki fraktal değerlerin birbirine çok yakın olduğu görülmüştür. Benzer fraktal değerler; ölçekler arası hiyerarşik bağlantı, etkileşim ve uyum olması anlamına gelmektedir. Fraktal boyutun yüksek olması ise mekan kurgusu, yapı geometrisi ve malzeme dokusunun zenginliğini yansıtmaktadır. Alanda yapılan görsel analizler, sokak ölçeğinde bahçe duvarları, kırıklı yollar, cumba ve çıkımlar olarak görülen çeşitlilik, daha detay ölçekte malzeme ve

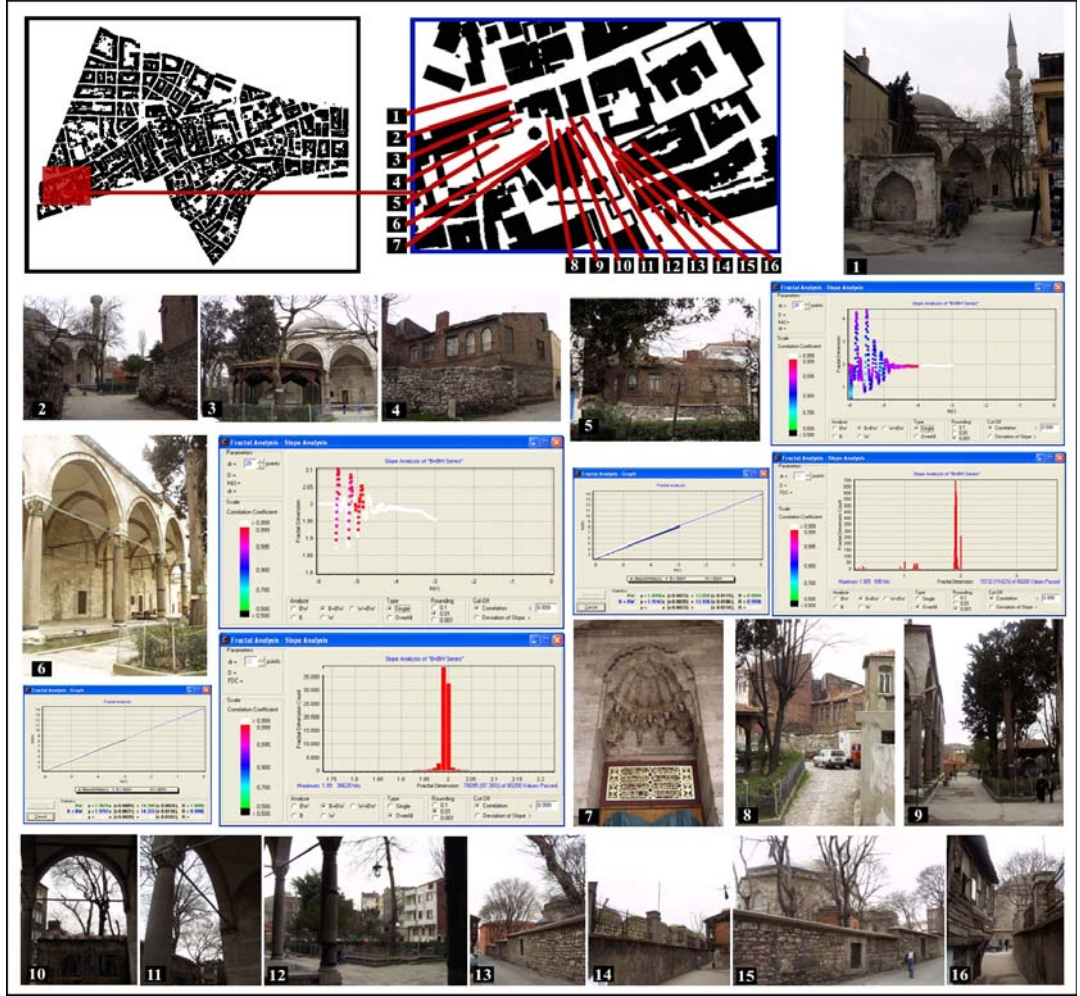
malzemeye bağı olarak görülen doku farklılaşması olarak ortaya çıkmaktadır. Ahşap, taş gibi doğal malzeme kullanımı, detay ölçekte de geometrinin daha hareketli olmasını sağlamaktadır.



Şekil 5. 33 Bina ve bina elemanı ölçeğinde fraktal değerler: Örnek 1

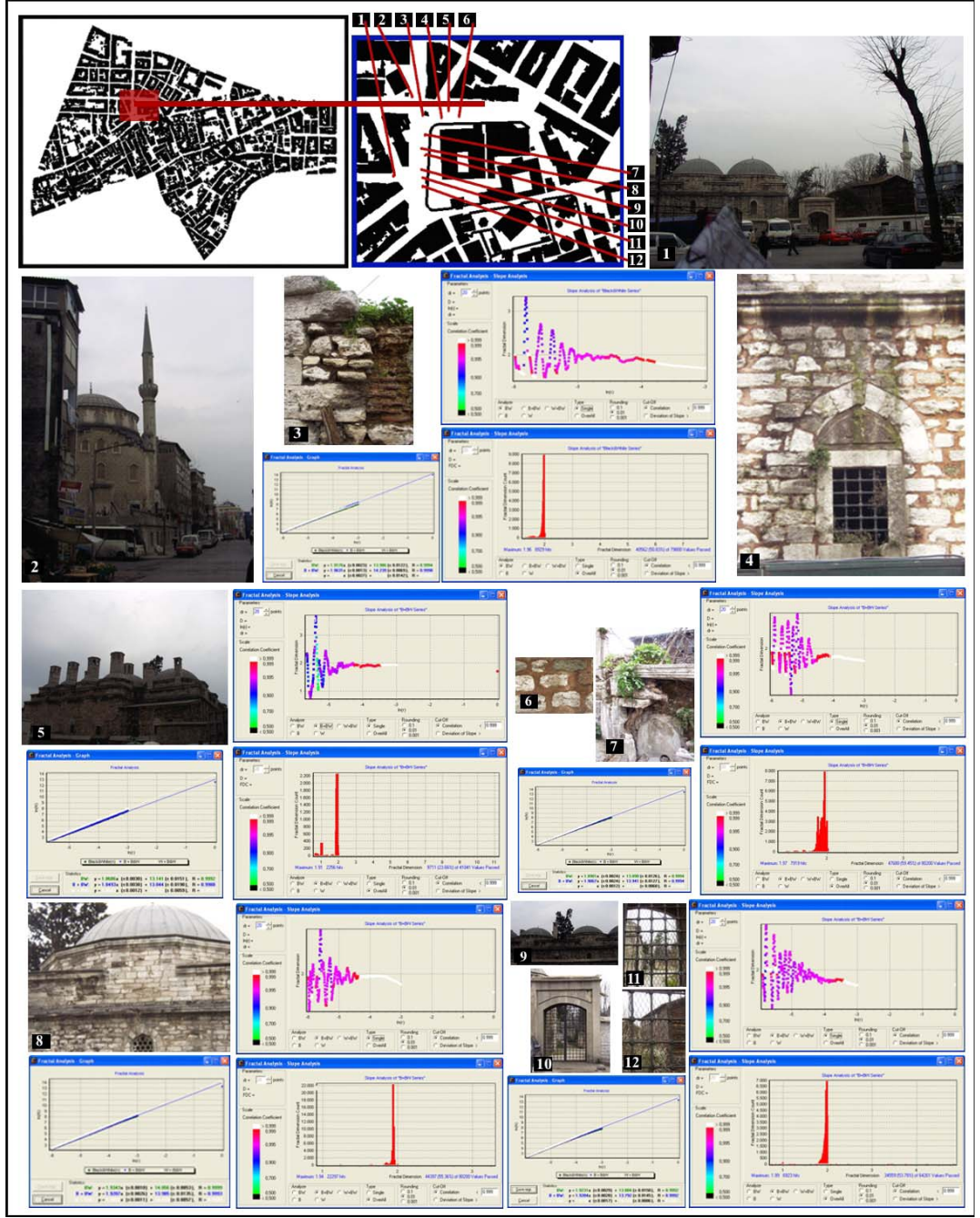


Şekil 5. 34 Bina ve bina elemanı ölçeğinde fraktal değerler: Örnek 2



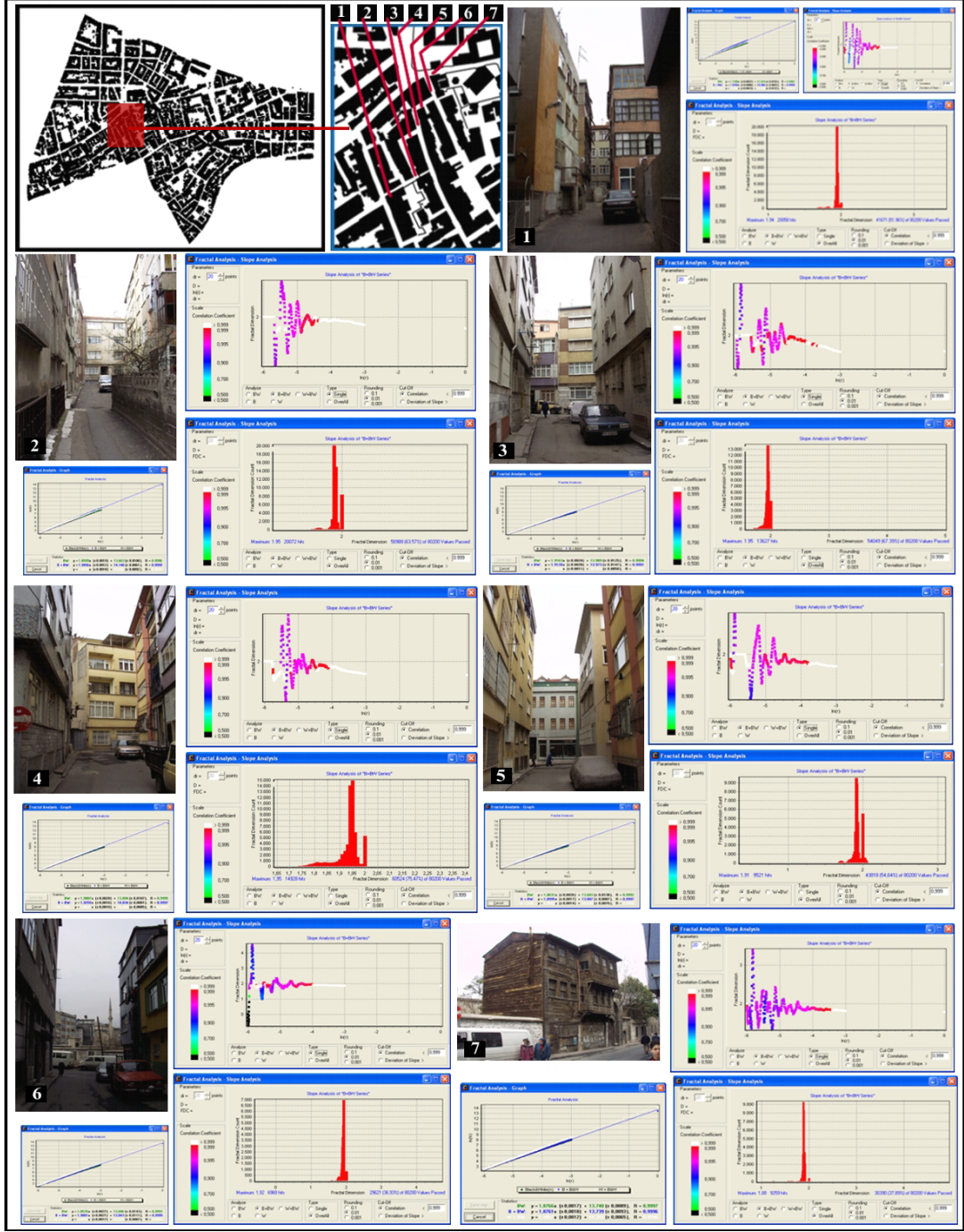
Şekil 5. 35 Bina ve bina elemanı ölçeğinde fraktal değerler: Örnek 3

Bina ve bina elemanı ölçeğinde yapılan ilk üç alanda yapı adası çevresi ve içinde hareket edilerek farklı ölçeklerde analiz yapılmıştır. Yapı adasına yaklaşıldıkça sokak ölçeği algılanırken, yapı adasına yaklaşıldıkça bina ölçeği algılanmakta; daha sonra yapı elemanı ölçeğinde gözlem yapmak mümkün olabilmektedir. Bu alanlarda arkatlar, bitkiler gibi doğal öğeler, duvarlara nişler, taş ve ahşap gibi doğal yapı malzemeleri fraktal boyut değerlerini arttıran mekansal öğelerdir. Yapılan analizde bu mekanlarda kullanıcı sayısının arttığı gözlenmiştir. Kullanıcı sayısındaki bu değişim, 1.8-1.9 gibi yüksek fraktal değerlerle mekan zenginliği arasında ilişki bulunduğu şeklindeki varsayımı desteklemektedir (Şekil 33-35).



Şekil 5. 36 Bina ve bina elemanı ölçeğinde fraktal değerler: Örnek 4

Dördüncü örnekte yapı adası çevresinde hareket edilerek farklı uzaklıklardan çekilen fotoğraflarla farklı detay özelliğine sahip görüntüler elde edilmiş ve bunlar üzerinde fraktal boyut analizi yapılmıştır. Bu analizler sonucu elde edilen değerler 1.91-1.99 arasında değişmektedir (Şekil 36).



Şekil 5. 37 Bina ve bina elemanı ölçeğinde fraktal değerler: Örnek 5

Bina ve bina elemanı ölçeğindeki son örnekte bina karakterinin değişmiş olduğu gözlenmektedir. Geleneksel yapılar bulunmamakla birlikte organik yol dokusuna sahip olan bu yapı adasında diğer yapı adalarında görülen alçak duvarlar gibi elemanlar da bulunmaktadır. Bu alanda yapılan hesaplar sonucunda da 1.88-1.95 gibi fraktal değerler elde edilmiştir.

### 5.2.2.2 Örneklem alanı 2: Marmara Evleri

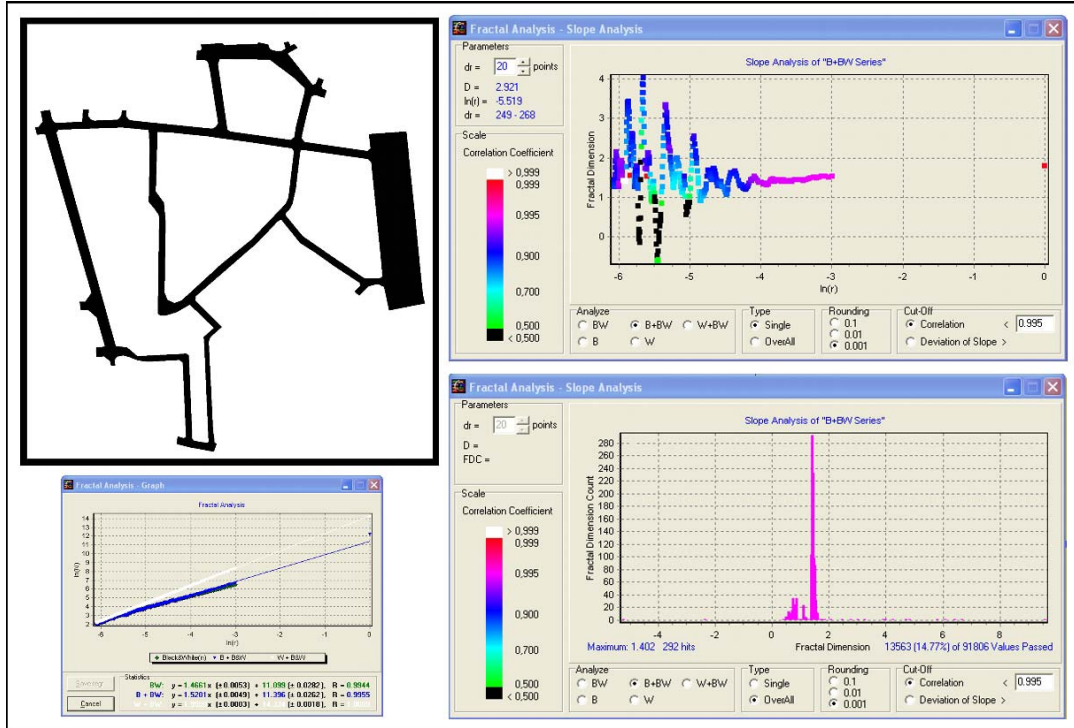
Marmara Evleri -genelde toplukonutlarda olduğu gibi- çevresinden kopuk bir durumdadır. Çevresiyle olan kopukluk sadece mülkiyet ve yollarla sınırlı olmayıp üçüncü boyutta fiziksel ayırıcılar ve mekansal yapı özelliklerini de kapsamaktadır. Bu nedenle Marmara evlerinin üst ölçekle ilişkisinden söz etmek mümkün olmamaktadır. Marmara evlerinin çevresinden kopuk yapısı nedeniyle fraktal yapı analizi üst ölçekte toplukonut alanı ile sınırlandırılmıştır. Marmara evlerinde yapılan çalışmada alan bütünü'nün kütle organizasyonu ve ulaşım sisteminin fraktal yapısı, sokak ölçeğinde ve bina ölçeğinde fraktal yapılar incelenmiştir. Alt ölçeğin binalarla sınırlandırılmasının nedeni bina düzeyinde detay bulunmaması, binaların düz sınırlara ve homojen yüzeylere sahip olmasından kaynaklanmaktadır.



Şekil 5. 38 Marmara evleri örneklem alanının İstanbul içindeki konumu

### Marmara Evleri Ulaşım Sistemi Fraktal Değeri:

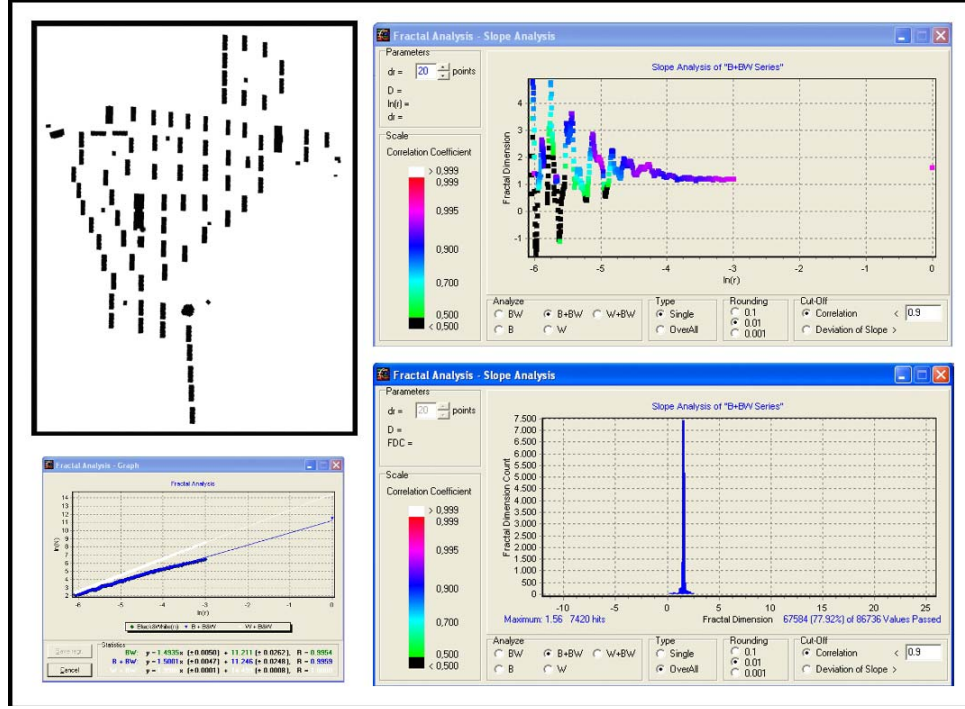
Marmara evlerinin ulaşım sisteminin fraktal boyutu 1.402 olarak hesaplanmıştır. Şekil 5.39'da görüldüğü gibi toplukonut alanında yollar diğer örneklem alanına göre daha az hareketlidir. Bu nedenle Cerrahpaşa bölgesinin hareketli ve çıkmaz sokaklarla girintili çıkıntılı geometrisinin beraberinde getirdiği yüksek fraktal değer burada görülmemektedir.



Şekil 5. 39 Marmara Evleri Ulaşım sistemi fraktal boyutu

### Marmara evleri kütle organizasyonun fraktal değeri:

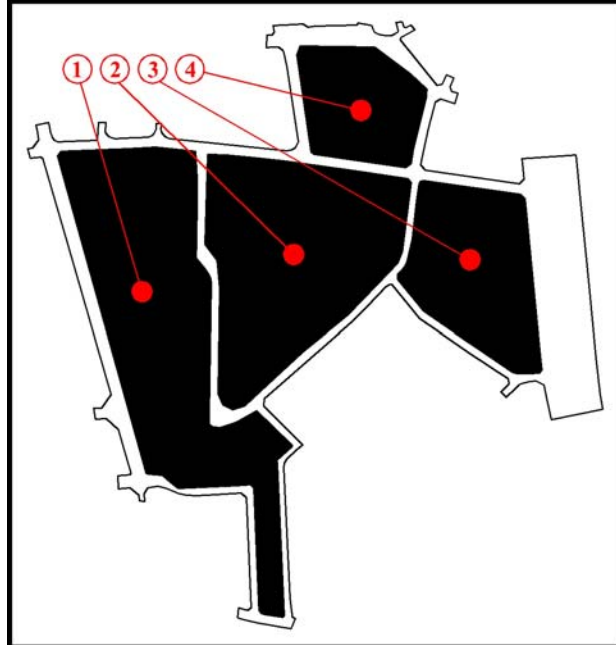
Marmara evlerinde kütle organizasyonundan söz etmek mümkün değildir. Kütleler belirli aralıklarla yerleştirilmiş, düzenli görünmekle birlikte tanımsız açık alanlarla çevrelenmiş prizmalar şeklindedir. Benzer basit geometrilerin tekrarı şeklinde tasarlanmış olan toplukonut alanında mekan organizasyonunun fraktal boyutu da Cerrahpaşa bölgesinden daha küçüktür: Cerrahpaşa'da bu değer 1.718 iken Toplukonut alanında 1.402 dir (Şekil 5.40).



Şekil 5. 40 Marmara Evleri Kütle Organizasyonunun Fraktal Boyutu

### Marmara evleri yapıadası ölçeğinde fraktal değerler:

Marmara evleri Cerrahpaşa bölgesinde olduğu gibi çok sayıda yapı adasına sahip değildir. Sadece dört yapı adası bulunmaktadır ve bu yapı adalarının geometrileri diğer örneklem alanındakilere göre daha basittir. Fraktal değerler 1.56 ile 1.75 arasında değişmektedir (tablo 5.4).



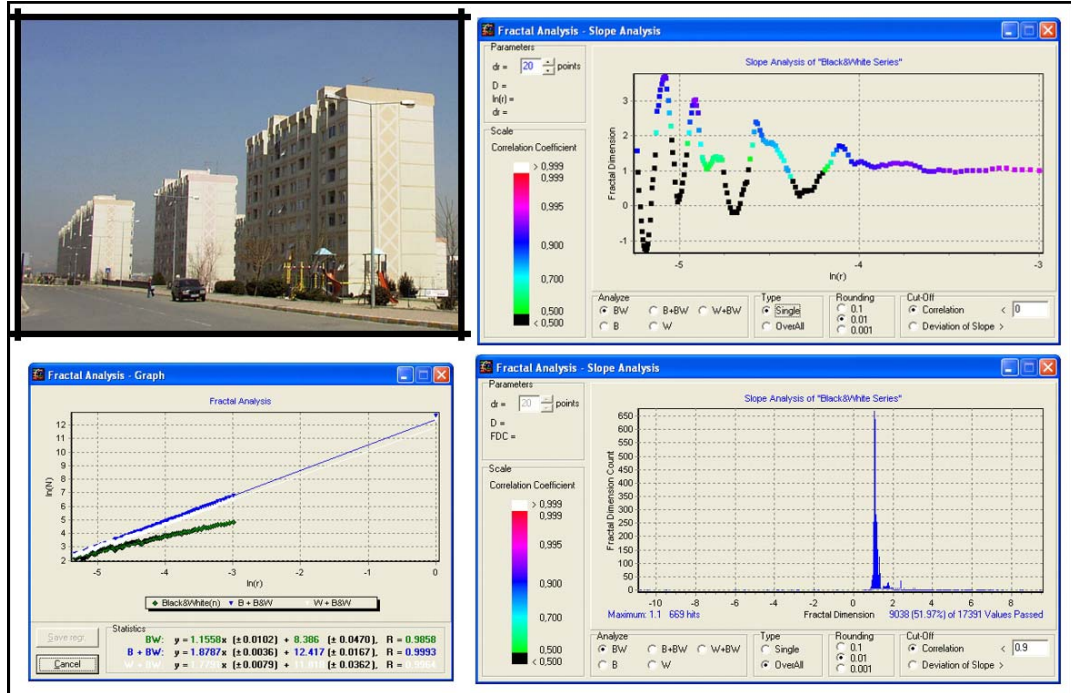
Şekil 5. 41 Marmara Evleri Yapı Adası Ölçeğinde Fraktal Boyut Anahtar Paftası

Tablo 5. 4 Marmara Evleri Yapıadası Ölçeğinde Fraktal Değerler

Ada No	Yapı Adası sınırı Fraktal değeri	Yapı Adası Fraktal Değeri
1	1.13	1.67
2	0.98	1.75
3	0.98	1.68
4	1.03	1.67

### Marmara evleri sokak ölçeğinde fraktal değerler:

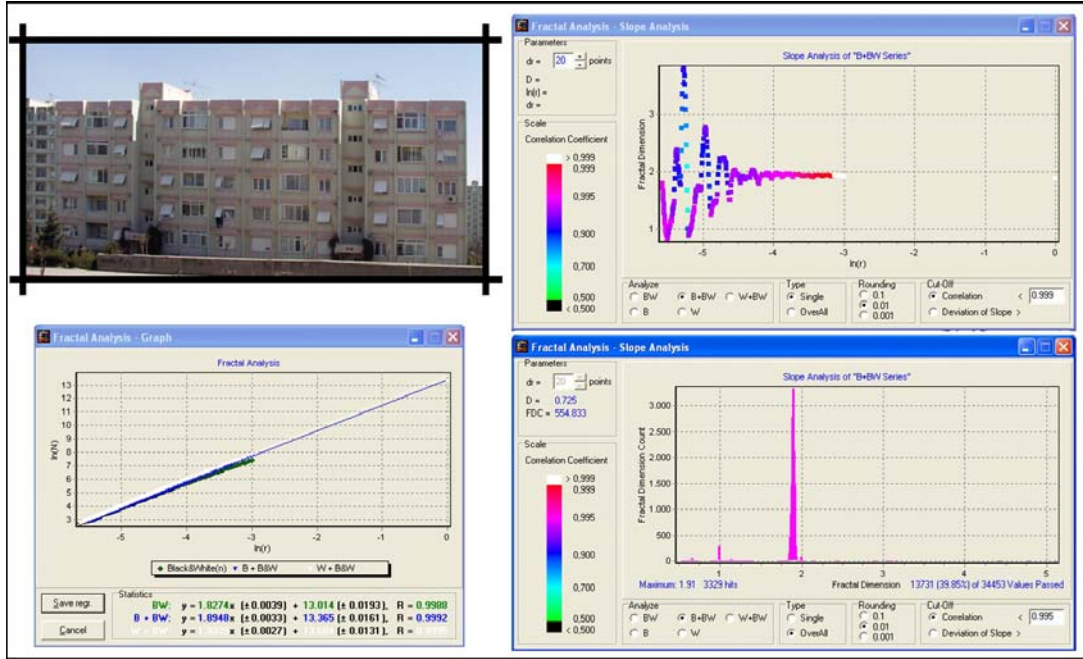
Topluluk alanında gerek binaların geometri ve malzemesindeki tekdüzelik gerekse kütlelerin konumlanış şekilleri, sokak ölçeğindeki fraktal değerlerin artmasını engelleyici yöndedir. Sokak ölçeğinde fraktal boyut değeri 1.1 olarak hesaplanmıştır (Şekil 5.42). Sadece bir sokağın fraktal değerinin hesaplanma nedeni de binaların tüm alana homojen bir şekilde yayılmış olmasından ve benzer sokak silüetleri oluşturmasından kaynaklanmaktadır.



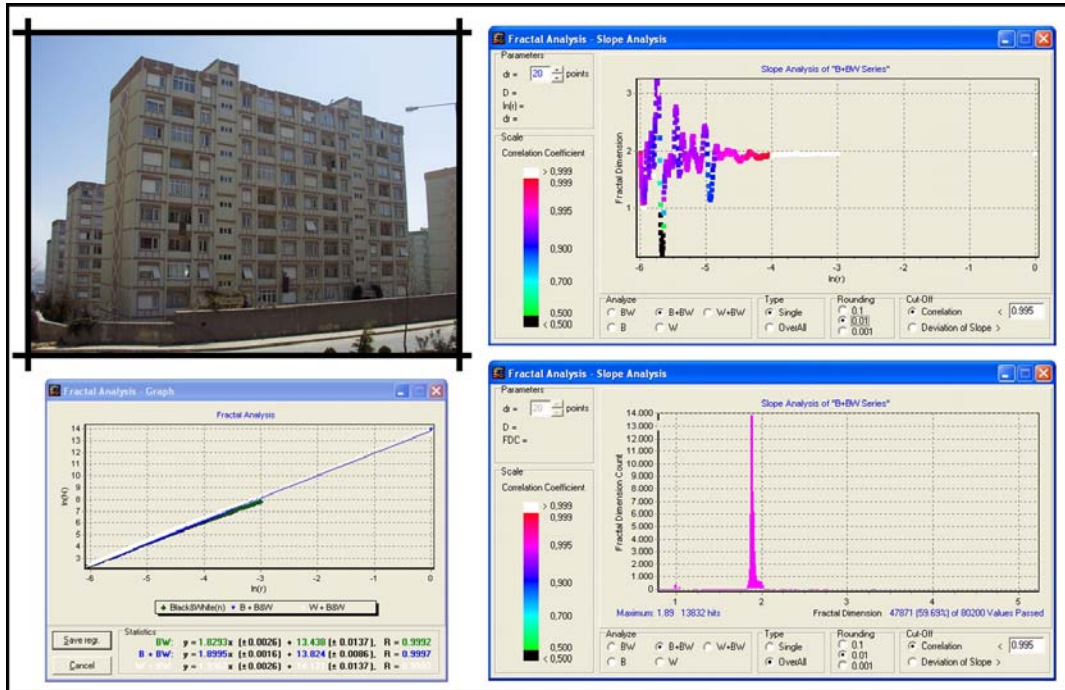
Şekil 5. 42 İhlas Marmara Evleri Sokak Ölçeğinde Fraktal Boyut

### Marmara evleri bina ölçeğinde fraktal değerler:

Bina ölçeğinde yapılan analizde elde edilen fraktal değerler diğer ölçeklerdeki analizlere kıyasla oldukça yüksektir. Cerrahpaşa bölgesindeki değerlere yakın olan bu değerlerde analiz edilen ön cephedeki hareketlilik ve pencerelerde kullanılan panjur gibi elemanların etkisi önemlidir (Şekil 5.43).



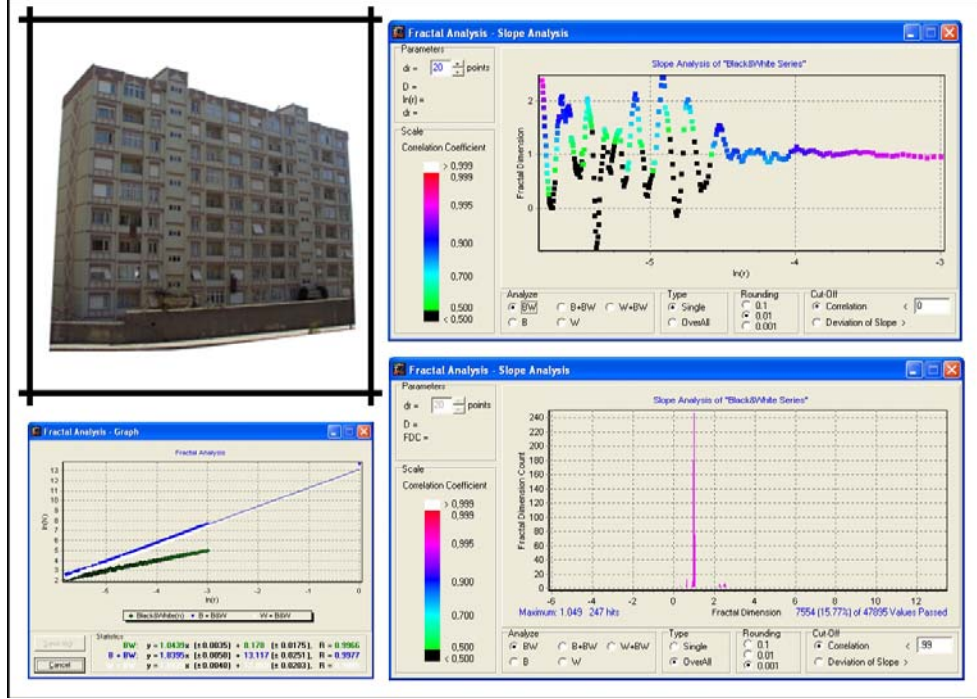
Şekil 5. 43 Marmara Evleri Bina Ölçeğinde Fraktal Boyut: Örnek 1



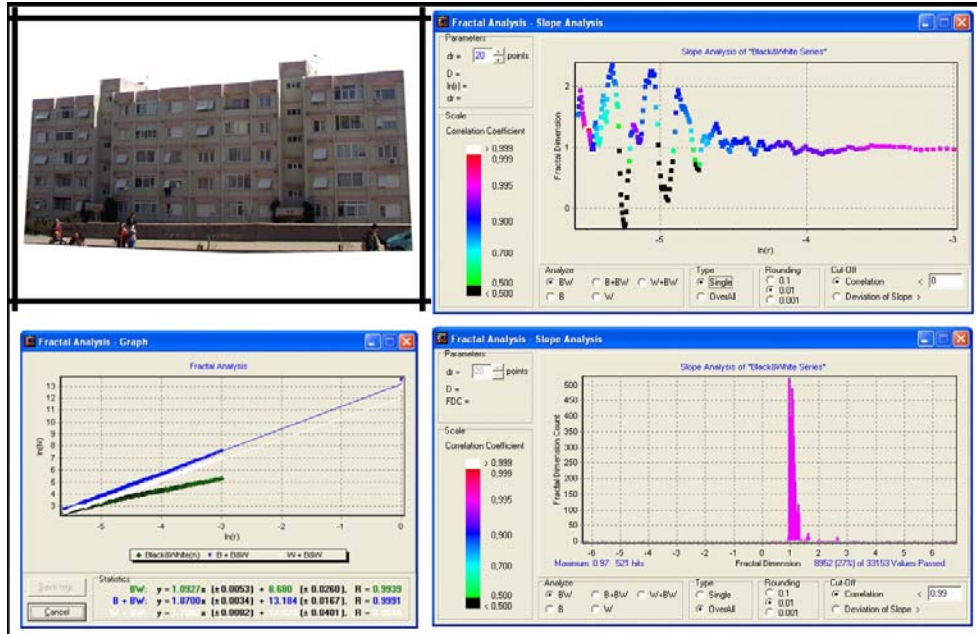
Şekil 5. 44 Marmara Evleri Bina Ölçeğinde Fraktal Boyut: Örnek 2

## Marmara evleri bina sınır çizgisi fraktal değerleri:

Bina sınır çizgisinin fraktal boyutları hesaplandığında düz yüzeylere ve basit geometrik şekle sahip olan toplukonutta fraktal değerlerin 0.97 ile 1.1 arasında değiştiği görülmektedir.



Şekil 5.45 Bina Sınır Çizgisi Fraktal Değerleri: Örnek 1



Şekil 5.46 Bina Sınır Çizgisi Fraktal Değerleri: Örnek 2

### 5.3 Alan Araştırması Sonuçları

Örnekleme alanlarından elde edilen verilerle bilgisayar ortamında gerekli işlemler yapılarak mekanların farklı ölçeklerde olmak üzere fraktal boyutları hesaplanmıştır. Bu sonuçlar aşağıdaki tabloda özetlenmektedir.

Tablo 5.5 Örnekleme Alanları Fraktal Değerlerinin Karşılaştırılması; Cerrahpaşa

ÖRNEKLEM ALANI	ÖLÇEK		FRAKTAL BOYUT	
CERRAHPAŞA	Üst Ölçek (Tarihi Yarımada)	Kütle Organizasyonu	1.773	
		Tarihi Yarımada Sınırı	1.2	
		Silüet 1	1.05	
		Silüet 2	1.43	
		Silüet 3	1.06	
		Silüet 4	1.12	
		Silüet 5	1.12	
	Cerrahpaşa Bölgesi	Ulaşım Sistemi	1.718	
		Kütle Organizasyonu	1.827	
	Yapı Adası	Yapıadası Alanları (min. ).	1.32	
		Yapıadası Alanları (ort. ).	1.589	
		Yapıadası Alanları (maks. ).	1.79	
		Yapıadası Sınırları (min. ).	0.97	
		Yapıadası Sınırları (ort. ).	1.04	
		Yapıadası Sınırları (maks. ).	1.58	
	Sokak Ölçeği	Sokak 1	1.903	
		Sokak 2	1.945	
		Sokak 3	1.936	
	Bina ve Bina Elemanı Ölçeği	Bina Sınır Çizgisi: Örnek 1	1.106	
		Bina Sınır Çizgisi: Örnek 2	1.184	
		Bina Sınır Çizgisi: Örnek 3	1.25	
		Bina ve Bina Elemanı: Örnek 1		1.94
				1.49
				1.87
		Bina ve Bina Elemanı: Örnek 2		1.82
				1.87
				1.98
		Bina ve Bina Elemanı: Örnek 3		1.905
				1.99
				1.96
		Bina ve Bina Elemanı: Örnek 4		1.91
				1.97
			1.94	
			1.99	
			1.94	
Bina ve Bina Elemanı: Örnek 5			1.94	
		1.95		
		1.95		
		1.95		
		1.91		
	1.92			
	1.88			

Tablo 5. 6 Örneklem Alanları Fraktal Değerlerinin Karşılaştırılması; Marmara Evleri

ÖRNEKLEM ALANI	ÖLÇEK		FRAKTAL BOYUT
MARMARA EVLERİ	Üst Ölçek	Kütle Organizasyonu	-----
		Alan Sınırı	-----
		Silüet	-----
	Toplukonut Alanı	Ulaşım sistemi	1.402
		Kütle Organizasyonu	1.56
	Yapı Adası	Yapı adası alanı, ada no. 1	1.67
		Yapı adası alanı, ada no. 2	1.75
		Yapı adası alanı, ada no. 3	1.68
		Yapı adası alanı, ada no. 4	1.67
		Yapı Adası sınırı, ada no. 1	1.13
		Yapı Adası sınırı, ada no. 2	0.98
		Yapı Adası sınırı, ada no. 3	0.98
		Yapı Adası sınırı, ada no. 4	1.03
	Sokak Ölçeği	Örnek 1	1.1
	Bina Ölçeği	Bina Sınır Çizgisi: Örnek 1	1.049
		Bina Sınır Çizgisi: Örnek 2	0.97
		Bina Cephesi: örnek 1	1.91
		Bina Cephesi: örnek 2	1.89

Hesaplanan veriler incelendiğinde Cerrahpaşa örneklem alanının tarihi yarımada ölçeğinden bina elemanı ölçeğine kadar hiyerarşik yapıyı sürdürdüğü görülürken Marmara evlerinde aynı durum söz konusu değildir. Çevresinden fiziksel sınırlarla ayrılmakta ve izole bir yapı sergilemektedir. Cerrahpaşa örneklem alanının plandaki doluluk boşluk ilişkisini yansıtan kütlelerin fraktal değeri ile tarihi yarımada ölçeğindeki değerin birbirine yakınlığı mekanın kompleks organizasyonunun devamlılığının bir göstergesi olarak değerlendirilebilir. Belirlenen örneklem alanı, tarihi yarımada bütünüünün bir parçası olmakla birlikte yollar gibi ikinci boyuttaki ayırıcılar tarafından sınırları tanımlanmıştır. Üçüncü boyutta belirgin bir ayırım bulunmamakta, devamlılık görülmektedir. Marmara Evleri ise çevresinden üçüncü boyuttaki elemanlarla ayrılmış olup, fiziksel açıdan çevresinden farklı karaktere sahip bir alan tanımlamaktadır.

Ulaşım sistemlerinin analizi ile elde edilen fraktal değerler karşılaştırıldığında organik yol dokusunun görüldüğü Cerrahpaşa'da fraktal boyut, 1.718 iken, Marmara Evlerinde bu değer 1.402'dir. Bu değerler Cerrahpaşa alanında ulaşım sisteminin daha kompleks bir yapıya sahip olduğunun ve aynı alanda daha fazla etkileşim yüzeyi sağlayabildiğinin göstergesidir. Üçüncü boyuttaki organizasyonla desteklenmesi durumunda kompleks doku, mekan zenginliğini artırarak kentsel aktiviteleri desteklemektedir. Alanda yapılan gözlemler bu tür mekanlarda kullanım yoğunluğunun arttığı yönündedir (Şekil 5.47).



Şekil 5.47 Yaya kullanımının yoğunlaştığı yollar

Sokak, bina ve bina elemanı düzeylerinde hesaplanmış olan fraktal değerler de örneklem alanında yapılan gözlemlerle paralellik göstermektedir. Örneklem alanında arkadlar, duvarlardaki açıklıklar, kot farkları olarak karşılaşılan fiziksel öğeler, fraktal boyut hesaplarına yüksek değerler olarak yansımaktadır. Bu ölçeklerdeki fraktal değerlerle mekan zenginliği ve kullanıcıya farklı alternatifler sunma potansiyeli arasındaki ilişki alanda yapılan gözlemlerle desteklenmektedir. Cerrahpaşa bölgesinde yer alan açık alanlar yapılarla çevrelenmiş oldukları için toplukonuttakinden daha güçlü mekan etkisine sahiptir. Bu durum kullanıma da yansımaktadır: Cerrahpaşa bölgesindeki açık alanlar yoğun bir şekilde kullanılırken toplukonut alanında aynı kullanım yoğunluğu görülememektedir (Şekil 5.48-51).



Şekil 5.48 Kullanımın yoğunlaştığı mekanlar: Cerrahpaşa



Şekil 5.49 Kullanımın yoğunlaştığı mekanlar: Cerrahpaşa



Şekil 5.50 Topluluk alanında açık alan düzenlemeleri



Şekil 5.51 Otoparkla iç içe olan ve kullanılmayan oyun alanları

Toplulukonut alanında, tasarlanmış olan oyun alanları kullanılmazken, apartman girişlerinde bitkilerle ve giriş saçağı ile sınırlanan mekanlar oyun alanı olarak tercih edilmektedir. Tasarlan oyun alanları ile binalar birbirinden bağımsız ve düz-keskin sınırlarla ayrılmışken, apartman girişindeki doğal elemanlar, küçük kot farkları, saçaklar, açık alan- kapalı mekan arasında geçiş mekanı ve bağlantı elemanı görevi üstlendiklerinden daha yoğun kullanılan mekanlar haline gelmişlerdir (Şekil 5.52).



Şekil 5.52 Apartman girişindeki saçak ve bitkilerle sınırlanarak insan ölçeğine gelen mekan. Sonuç olarak modern anlayışın bir örneği olan Marmara evleri ve Geleneksel karakter gösteren Cerrahpaşa bölgesinin fiziksel yapısı birbirinden farklıdır ve bu farklılık hesaplanan fraktal değerlerde de görülmektedir. Kompleks yapıları ile yüksek fraktal değerlere sahip olan kentsel mekanlar, kullanıcıya daha fazla alternatif sunarken, basit geometrilere sahip olan mekan organizasyonlarında bu durum söz konusu değildir.

## 6. GENEL SONUÇLAR / DEĞERLENDİRME VE ÖNERİLER

Kentsel mekanın fiziksel yapısı, aktiviteleri olumlu veya olumsuz yönde etkilemektedir. Fiziksel yapı, kullanıcılarla etkileşime girerek kentsel yaşama katkıda bulunmaktadır. Planlı ve kendiliğinden gelişen kentler farklı mekan organizasyonları üretmektedir ve bu farklılığın kendiliğinden gelişen kentlerin yapısının daha kompleks bir sistem oluşturması ve daha zengin mekansal yapı sunmasıyla sonuçlanan bir farklılık olduğu görülmüştür. Modern kentlerde, fiziksel açıdan aktiviteleri destekleyici elemanların yetersiz olduğu görülmektedir.

Belirlenen problem, çok daha kompleks olan bir problemler sisteminin parçası olarak mekan kullanımına yansıyan bir sonuçtur. Bir problem yerine problemler sisteminin varlığı, çözüme yönelik çalışmaların problemin kompleks yapısına cevap verebilecek düzeyde kapsamlı olmasını gerektirmektedir. Bununla birlikte çözüm yaklaşımının yaşam zenginliğine doğrudan katkıda bulunan mekanla ilgili alt strüktürleri de içermesi ve aynı anda alt ve üst ölçekteki sistemlerle bütünleşmesi gerekmektedir.

Bu yaklaşımdan yola çıkılarak, araştırma yöntemi tümevarım ve tümdengelim yöntemlerinin birlikte değerlendirilmesi yolu ile geliştirilmiştir. Kent bütünü kompleks bir sistem olarak değerlendirilmiş, bu bütün, kendisini oluşturan bileşenlerine ayrıştırılarak üst ölçekten(Tarihi Yarımada). alt ölçeğe(Bina Elemanı). doğru inilirken, bileşenlerin alt ölçekten üst ölçeğe doğru ölçekler arası etkileşimi de sürdürerek kompleks yapıyı oluşturma süreci ve sistemi oluşturan öğelerin incelenmesine çalışılmıştır.

Seçilen birbirinden farklı iki örneklem alanından biri, kısmen bozulmuş olsa da gerek dokusu, gerekse yapı boyut, form ve malzeme açısından geleneksel karakter gösteren, Tarihi Yarımada'da Cerrahpaşa çevresi, diğeri ise modern dönem mimari ve kentsel yapısını yansıtan, son yıllarda yapılmış olan ve ikinci etabının yapımı devam ettiğinden en güncel örneklerden biri olarak günümüzdeki durumu yansıtan Marmara Konutları'dır.

Araştırma varsayımlarından ilki olan; Planlı kentler ve kendiliğinden gelişen kentlerin mekansal strüktürünün farklılık gösterdiği ve bu farklılığın matematiksel yöntemlerle ölçülebileceği, örneklem alanından elde edilen verilerle desteklenmektedir. Birinci

varsayım, farklılıkların varlığı ve bunların ölçülebileceği şeklinde iki bölüm olarak düşünülmüştür. Varsayımın, farklılığın varlığını ifade eden kısmı ile ilgili olarak yapılan literatür araştırması ve alan araştırmaları sonucu planlı ve kendiliğinden gelişen iki alanın birbirinden birçok açıdan farklı olduğu gözlemlenmektedir. Bu farklılıklar, 2.1.1.3'te yerleşmelerin fiziksel yapısı ile ilgili yaklaşımlar kısmında verilen ölçek hiyerarşisi de göz önünde bulundurularak şöyle sınıflandırılmıştır:

**Alanların kütle organizasyonu:** Cerrahpaşa bölgesinde kütlelerin yoğunluğu ve birbirlerine bitişerek süreklilik sağladığı ve açık mekanları çevreleyerek güçlü bir şekilde tanımladığı görülmektedir. Ayrıca Cerrahpaşa alanının tarihi yarımadaının kütle organizasyonu ile benzer bir yapıda olduğu gözlemlenebilmektedir.

Marmara Evleri ise çevresinden sınırlarla ayrılmakta, çevresinden farklılaşan yapısı ile üst ölçek kütle organizasyonu ile bütünleşmemektedir. Alan içindeki mekan organizasyonuna bakıldığında ise kütlelerin birbirinden bağımsız şekilde, açık alanların ortasına konumlandığı, kendi aralarında da etkileşimlerinin olmadığı görülmüştür.

Cerrahpaşa bölgesi kütle organizasyonunun fraktal değeri 1.827 iken Marmara Evlerinde bu değer 1.56'dır. Bu değerler Cerrahpaşa bölgesinin daha kompleks bir yapıya sahip olduğu, kullanıcı ile etkileşim potansiyelinin daha fazla olduğu anlamına gelmektedir.

**Ulaşım sistemi:** Ulaşım sisteminde de benzer sonuçlarla karşılaşılmıştır: Cerrahpaşa bölgesinde organik yol dokusu, küçük ve amorf yapı adaları varken, Marmara Evleri'nde daha düzenli bir yol dokusu, basit çokgenler şeklinde ve alan olarak daha büyük yapı adaları bulunmaktadır. Cerrahpaşa yol dokusunun fraktal değeri 1.718 iken Marmara Evleri'nde bu değer 1.402'ye düşmektedir. Cerrahpaşa'nın eğrisel yol dokusu ve çıkmaz sokakları sürprizli mekanlar oluşturmakta, kentsel aktivitelerin yoğunlaştığı, sirkülasyonun yavaşladığı alanlar sunmaktadır.

**Yapı Adası:** Yapı adalarına bakıldığında Cerrahpaşa'da büyüklük ve geometri açısından görülen çeşitliliğe Marmara Evleri'nde karşılaşılmamaktadır. Ayrıca Cerrahpaşa'da yapı adalarının sınırlarını bina cepheleri veya duvarlar oluştururken toplukonut alanında yapı adaları, sadece yollarla sınırlanan ve binaların serpiştirildiği alanlar durumundadır. Üçüncü boyutta devamlılık gösteren sınırların yokluğu nedeniyle mekan etkisi zayıflamaktadır.

**Silüet:** Tarihi yarımada'da topografya gibi doğal elemanlar ile, bu ölçekte etkili olan minareler gibi silüete hareket kazandıran unsurlar, sokak ölçeğinde cumbalar, çıkmalar, açıklıklar detay ölçekteki silüeti etkilemektedir. Tarihi yarımada bütününde

görülen bu silüet özellikleri Cerrahpaşa bölgesinde de devam etmektedir. Topografyanın hareketliliği ve yapı yüksekliklerindeki değişkenlikler ufuk çizgisine dinamizm katarken cephedeki cumba, çıkma gibi elemanlar, malzeme ve detay çeşitliliği mekan zenginliğini arttırmaktadır. Toplukonut alanında ise silüette benzer unsurlar görülmemekte, düz ve keskin hatlar bulunmaktadır. Uzaktan bakıldığında duvar etkisi yaratan sokakların hesaplanan fraktal değeri 1.1 iken Cerrahpaşa'da bu değer 1.9 civarındadır.

Bina ve Bina elemanı: Cerrahpaşa alanında yapılar gerek geometrileri gerekse kullanılan malzeme ve detay açısından zengin bir karakter göstermektedir. Cerrahpaşa'da sokak bütününden bina elemanı ölçeğine kadar bir bütünlük olduğu ve farklı ölçeklerdeki mekan elemanlarının 1.8-1.9 gibi birbirine yakın fraktal değerlere sahip oldukları görülmüştür. Marmara toplukonut alanında ise yapılar, malzeme ve renk çeşitlenmemekte, detay zenginliğinden söz edilememektedir. Farklı ölçekler arası bütünleşme sağlanamamaktadır.

Birinci varsayımın ikinci bölümünü oluşturan, bu farklılıkların görsel değerlendirmeler haricinde matematiksel ve geometrik yöntemlerle ölçülebileceğinin sınanması için alanda yapılan incelemelerde tesbit edilen farklılıklar üzerinde hesaplar yapılarak elde edilen verilerin görsel değerlendirmelerle karşılaştırılması sonucu, gözlem ve hesaplar arasında paralellik olduğu görülmüştür. Örneğin, Cerrahpaşa alanında farklı ölçeklerdeki kütle organizasyonlarının fraktal boyutlarının birbirine yakın sayılar olması hiyerarşik organizasyondaki uyumun bir göstergesi olmakla beraber, mekansal farklılıkların ölçülebileceğini de göstermektedir.

İkinci varsayım ise, mekansal farklılığın ölçülmesi ile elde edilen değerler ile fiziksel mekanın zenginliği ve kentsel aktivitelere katkıda bulunma potansiyeli arasında ilişki bulunmaktadır. Bu varsayımın sınanmasında literatür araştırmaları büyük öneme sahiptir. Ayrıca alanlarda yapılan incelemelerle kullanımın yoğun olduğu alanların boyutları hesaplandığında fraktal değerlerle karşılaşılmaktadır.

Literatür araştırmalarından elde edilen veriler ve örneklem alanında yapılan çalışmalardan elde edilen bulgular ışığında, geleneksel ve modern kentlerin fiziksel yapı özellikleri, açık alan kullanımını destekleme potansiyeli açısından karşılaştırıldığında geleneksel yerleşmelerin çağdaş kentlere kıyasla daha fazla potansiyele sahip olduğu, ve bunun önemli nedenlerinden birinin de kendiliğinden gelişen kentlerin fraktal yapıya sahip olmalarından kaynaklandığı ve bu özelliğin hesaplanabileceği şeklinde bir genelleme yapmak mümkündür. İki örneklem

alanında yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen değerler, varsayımları desteklemektedir.

Kaos teorisi ve fraktal geometrinin mevcut kentsel mekanların değerlendirilmesi yanında yapılacak tasarımlarda bir araç olarak kullanılması da mümkündür. Bu yöntemin tasarıma katkısı üç şekilde olabilmektedir:

Mevcut doğal ve yapılaşmış çevrenin fraktal değeri belirlenerek tasarlanacak mekan kurgusunun mevcut çevrenin fraktal değerine yakın olması sağlanarak çevresiyle uyumlu mekanlar oluşturulabilir.

Bir kısmı bölüm 2.3'te Yaşantı zenginliğini artıran özellikler olarak tanımlanan fraktal özelliğe sahip mekansal patternlerin kullanımı ile mekan zenginliği artırılabilir.

Günümüz kentlerinin mekanın fiziksel yapısı ile ilgili problemlerin çözülerek mevcut mekanların zenginleştirilmesi mümkündür. Mevcut mekanlardaki iyileştirme farklı düzeylerde olabilmekle birlikte fraktal özelliği sahip mekan öğeleri kullanılarak; düz-keskin hatlar, monoton yüzeylerde hareketlilik artırılarak ve farklı malzemelerin kullanımı yoluyla yüksek fraktal değere sahip mekanlara dönüştürülebilir. Böylece fraktal strüktürlerin çevreyle etkileşim kurma, farklı alternatifler sunma, ölçekler arası hiyerarşi sağlama gibi özelliklerden faydalanılarak mekanlar zenginleştirilebilir.

Sonuç olarak kentlerin kompleks sistemler oldukları ve bu sistemlerin daha iyi anlaşılabilmesi için basitleştirme yöntemi yerine daha kompleks yaklaşımlar geliştirilmesi gerekmiştir. Yapılan araştırmalar sonucunda kentlerin gelişiminin kaotik bir yapıda olduğu ve kentsel mekanların fraktal özellik gösterdiği ve özellikle kendiliğinden gelişen kentlerin yüksek fraktal değerlere sahip oldukları gözlenmiştir. Fraktal strüktürlerin boyut, hiyerarşi ve fraktal oluşum özelliklerine, kent mekanında mekansal boyut, mekan hiyerarşisi ve kent mekanının evrimsel süreci kavramları olarak karşılaşılmaktadır. Mevcut kentsel mekanların fraktal yapılarının incelenmesi ile farklı ölçeklerdeki etkileşim incelenirken farklı kentsel mekanların karşılaştırılması da mümkün olmakta, fraktal yapı özellikleri yeni tasarımlarda da mekan zenginliği sağlamak için bir tasarım aracı olarak kullanılabilir. Tezde kullanılan kutu sayma yöntemi iki boyutlu kutulardan oluşmaktadır. Kullanılan yöntemin iki boyutlu kutular kullanılarak yapılması, plan düzleminde ve görünüş üzerinde ayrı ayrı çalışma yapılması ve farklı ölçeklerde hesaplanan değerlerin karşılaştırılmasını gerektirmekte, bununla birlikte mekanın karmaşık yapısı hakkında fikir vermektedir. Kentsel mekanların üç boyutlu simülasyonları olması durumunda kutu sayma yönteminin iki boyutlu kutular yerine üç boyutlu küpler kullanılacak şekilde geliştirilmesi ile daha başarılı sonuçlar elde edilmesi mümkündür ve kullanılan kutu

sayma yöntemi bu yönde geliştirilme açısından esnek bir yapıya sahiptir. Ayrıca Kaos teorisi ve fraktal geometri, mekanın fiziksel yapısının karmaşıklık derecesini ifade eden fraktal boyutunu hesaplamak yanında fiziksel yapının birbiri ve kullanıcı ile etkileşiminin incelenmesi, nüfus değişimleri, fonksiyonlar arası etkileşim ve başlangıç koşullarına hassas bağlılık gibi etkiler altında kentlerin evrim süreçleri konularında inceleme olanağı sunmaktadır. Mevcut mekansal patternlerin daha detaylı incelenmesi, kullanıcı katılımının sağlanması ve programın teknik açıdan geliştirilmesi ile kentsel mekanların daha kapsamlı şekilde analizi mümkün olacak ve yeni tasarımlara katkıda bulunulması açısından verimliliğini artıracaktır.

## KAYNAKLAR

- Alexander, C.** , 1966. Notes on The Synthesis of Form, Harvard University Press, Cambridge, Massaschusetts
- Alexander, C.** , 1977. A Pattern Language, Oxford University Press, New York
- Alexander, C.** , ve diğ.,1987. A New Theory of Urban Design, Oxford University Press, New York ve Oxford
- Alexander, C.** , 1997. The Nature of Order, Oxford University Presss, New York
- Appleyard, D** ve diğ. 1964. The View from the Road, M. I. T, Presss, Cambridge, Mass.
- Arû, K. A.** , 1998. Türk Kenti, YEM Yayınları, İstanbul
- Ashihara, Y.** , 1983. Aesthetic Townscape, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts
- Atkin, R. H.** , 1974. Mathematical Structure in Human Affairs, Heinemann, London
- Banathy, H. B.** , The evolution of systems inquiry: [www.İsss.org/primer/004evsys](http://www.İsss.org/primer/004evsys).
- Barrat, K.** , 1980. Logic and Design, in art, science&mathematics, The Pitman Presss. , Bath
- Batty,M.** , 2000. The VENUE Project: Virtual Environments for Urban Environments, [www.casa.ucl.ac.uk/newvenue](http://www.casa.ucl.ac.uk/newvenue)
- Batty, M. /Xie Y.** , 1996. Preliminary Evidence for a Theory of the Fractal City, Environment and Planning A, vol. 28,s. 1745-1762
- Bentley,I. / Alcock, A.** , ve diğ. , 1985. Responsive Environments, Architectural Presss. , London
- Bergil, M. S.** , 1988. Doğada/Bilimde/Sanatta Altın Oran, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul
- Bertalanffy, L.** , 1968. General System Theory, Allen Lane The Penguin Presss, New York

- Bevlin, M.E.**, 1994. Design Through Discovery, Harcourt Brace College Publishers, Philadelphia
- Bourke, P.** Fractal Landscapes, [www.astronomy.swin.edu.au/~pbourke](http://www.astronomy.swin.edu.au/~pbourke)
- Bovill, C.** , 2000, "Fractal Geometry as Design Aid", Journal for Geometry and Graphics, vol. 4, No. 1, s. 71-78
- Broadbent, G.** , 1990. Emerging Concepts In Urban Space Design, Van Nostrand Reinhold Co. Ltd.
- Brotchie, J. , Newton, P. , Hall, P. , Nijkamp, P.**, 1985, The Future of Urban Form, Antony Rowe Ltd. , Wiltshire
- Bunde, A. / Havlin, S.** , 1994. Fractals in Sciesnce, Springer-Verlag Press, New York
- Casti, L. J.** , 1994. Complexification, Explaining a Paradoxical World Through the Science of Surprise, Little, Brown and Company, London
- Cerasi, M.** , 1999. Osmanlı Kenti, Yapı Kredi Yayınları, İstanbul
- Correa, C.** , 1996. Thames and Hudson Ltd. , London
- Cramer, F.** , 1998. Kaos ve Düzen, Alan yayıncılık,
- Crick, F.** , 2000. Şaşırtan Varsayım, Tübitak yayınları, Ankara,
- Crosby, T.** , 1967. Architecture: City Sense, Studio Vista Ltd. , London
- Cullen, G.** , 1961. Townscape, The Architectural Presss, London
- Çakıroğlu, N.** , 1981. Kentsel yaşam ve Kent Sevgisi, İ. T. Ü Mimarlık Fakültesi yayınları, İstanbul
- Dendrinos, D. /Sonis, M.** , 1990. Chaos and Socio-Spatial Dynamics, Springer-Verlag Inc. , New York
- Dendrinos, D.** , 1992. The Dynamic of Cities: Determinism, Dualism and Chaos, Routledge Inc. , London
- Eklin, T. , McLaren, D. , Hillman M.** , 1991. Reviving The City: Towards sustainable urban development, Friends of the Earth, London
- Elam, K.** , 2001. Geometry of Design: Studies in Proportion and Composition, Princeton Architectural Presss, New York

- Elert, G.** , 2000. About Dimension, [www.Hypertextbook.com/chaos/](http://www.Hypertextbook.com/chaos/),
- Ellin, N.** , 1999. Postmodern Urbanism, Princeton Architectural Presss, New York,
- Gebauer, M. A.** ,1983. Samuels, Urban Morphology; Oxford, A Place for A Forum, Oxford Polytechnic, JCUD, Oxford
- Falconer, K.** , 1997. Fractal Geometry: Mathematical Foundations and Applications, John Wiley and Sons Ltd, Chichester
- Feder, H.** , 1988. Fractals, Plenum Publishing Corp. , New York
- Gallion, A. B. /Eisner, S.** , 1950. The Urban Pattern, City Planning and Design, D. Van Nostrand Company, Inc. , New Jersey
- Gehl, J.** , 1987. Life Between buildings, Van Nostrand Reinhold, New York
- Gleick, J.** , 1997. Kaos, Tübitak yayınları, Ankara
- Green, D. G.** , 1995. Fractals and Scale, [www.life.csu.edu.au/pub/complex/fractals](http://www.life.csu.edu.au/pub/complex/fractals)
- Guillen, M.** , 2002. Dünyayı değiştiren beş denklem, Tübitak yayınları, Ankara
- Gutheim, F.** , 1969. Cities and Space; The Future Use of Urban Land:The Book is based on 1962 RFF(Resources For The Future). Forum on The Future Use of Urban Space, The Johns Hopkins Presss, Baltimore and London
- Hillier, B. & Hanson, J.** , 1984. The Social Logic of Space, Cambridge University Presss, Cambridge
- Hoffman, A.**, 2003. Why They Built The Pruitt-Igoe Project, Joint Center for Housing Studies,Harvard Unv. <http://www.soc.iastate.edu/soc415a/PruittIgoe.html>
- Hughes, J. /Attwell, G.** , 1999. Vet in Chaos, [www.itb.uni-bremen.de/Projekte / forum / Callforpapers /CHAOS\\_GA.DOC](http://www.itb.uni-bremen.de/Projekte/forum/Callforpapers/CHAOS_GA.DOC)
- İzgi, U.** , 1999. Mimarlıkta Süreç, Kavramlar-İlişkiler, YEM Yayınları, İstanbul
- Jacobs, J.** , 1961. The Death and Life of Great American Cities,Vintage Books, New York
- Jiang, B.** , 1999. Simped: Simulating pedestrian Flows in a Virtual Urban Environment, Journal of Geographic Information and Decision Analysis, Vol. 3,s. 21-30
- Jiang B. /Claramunt C.** , A 1999. Comparison Study on Space Syntax as a Computer Model of Space, [www.casa.ucl.ac.uk](http://www.casa.ucl.ac.uk)

- Jöedicke, J. , 1966.** Modern mimarinin gelişimi, İ. T. Ü mimarlık fakültesi yayınları, İstanbul
- Keleş, R. , 1996.** Kentleşme Politikası, İmge Kitabevi Yayınları, Ankara
- Kirshbaum, D. ,** Introduction to complex systems, [www.calresco.org/intro.htm#def](http://www.calresco.org/intro.htm#def)
- Klinger, A. ,Salingaros, N. A. , 2000.** A Pattern Measure, Environment and Planning B; Planning and Design, Vol. 27, s. 537-547
- Klir, G. J. , 1972.** Trends in General Systems Theory, John Wiley and Sons,Inc, New York,
- Kostof, S. , 1991.** The city Shaped, Urban Patterns and Meanings Throughout History, Little, Brown and Company, Boston
- Krampen, M. , 1979.** Meaning in the Urban Environment, Pion Limited, London
- Krier, L,** the Future of Cities: The Absurdity of Modernism, [www.math.utsa.edu/sphere/salingar/krierinterview.html](http://www.math.utsa.edu/sphere/salingar/krierinterview.html)
- Krier, R. , 1979.** Urban Spaces, Academic Editions, Londra
- Kuban, D. , 1998.** Mimarlık Kavramları, YEM Yayınları, İstanbul
- Lanius, C. ,** Fractal Dimension, <http://math.rice.edu/~lanius/fractals/>
- Lauwerier, H. , 1991.** Fractals, Images of Chaos, Penguin Boks Ltd. , New York
- Lynch, K. , 1960.** The Image of the City, M. I. T. Presss, Cambridge, Mass.
- Lynch, K. , 1984.** Good City Form, Cambridge, MIT. Press.
- Lyotard, J. F. /Jameson, F. /Zeka, N. , 1990.** Postmodernizm, Kıyı yayınları
- Madanipour, A. , 1996.** Design of Urban Sace, John Wiley and Sons Ltd. , New York
- Maki, F. ,** Investigations İnto Collective Form
- Marcus, C. C. , Francis, C. , 1998.** People Places, John Wiley and Sons Ltd. , New York
- Mehaffy M. W. /Salingaros, N. A. , 2001.** Geometrical Fundamentalism, [www.Sphere.math.utsa.edu](http://www.Sphere.math.utsa.edu),

- Mesarovic, M. D. / Macko, D.** , 1969. Foundations for a Scientific Theory of Hierarchical Systems, American Elsevier Publishing Company, Inc. , New York
- Miller, J. G.** , 2002. The Living Systems Theory, [http://www.newciv.org/ISSS\\_Primer/asem14ep.html](http://www.newciv.org/ISSS_Primer/asem14ep.html)
- Montgomery, J.** , 1998. Making a City: Urbanity, Vitality and Urban Design, Journal of Urban Design, vol. 3,no,1,s. 93-115
- Moon, T. H.** , 2002. "Fractal Nature of City and Its Morphological Measurement", [www.regionplan.gsnu.ac.kr/research/data/fractal\\_paper.doc](http://www.regionplan.gsnu.ac.kr/research/data/fractal_paper.doc)
- Morris, A. E. J.** , 1994. History of Urban Form, Before the Industrial Revolutions, Addison Wesley Longman Ltd. , Harlow
- Moughtin, C. , Oc, T. , Tiesdell, S.** , 1999. Urban Design: Ornament and Decoration, Butterworth-Heinemann Architectural Press
- Mumford, L.** , 1961. The City in History: Its origins, its transformations and its prospects, Secker&Warburg, London
- Panerai, P.** , ve diğ. , 1975. Elements D'Anaiyse Urbaine, AAM Editions, Brüksel
- Parent, E.** , The first international seminar on wholeness, International institute for systemic inquiry and integration; [http://www.newciv.org/ISSS\\_Primer/asem14ep.html](http://www.newciv.org/ISSS_Primer/asem14ep.html)
- Peitgen, H. O. / Jürgens, H. / Saupe, D.** ; 1993. Chaos and Fractals, New frontiers of Science, Springer-Verlag Presss, New York
- Rainer, R.** , 1972. Livable Environments, Verlag für Architektur Artemis, Zürich
- Rapaport, Anatol**, 1972. Trends in General Systems Theory; The Uses of Mathematical Isomorphism in General System Theory, John Wiley and Sons, Inc, New York
- Rapoport, A.** , 1977. Human Aspects of Urban Form, Pergamon Presss, Oxford
- Relph, E. C.** , 1976. Place an Placelessness, Pion Ltd. , London
- Rodin, V. A. , Rodina, E. V.** , Typology and Conformity to Natural Laws of "Chaotic City" Development, [http://www.urbanchaosresearch.com/article\\_japan.doc](http://www.urbanchaosresearch.com/article_japan.doc)
- Rossi, A.** , 1985. The Architecture of the City, MIT Presss, Massachusetts
- Ruelle, D.** , 1996. Rastlatı ve Kaos, Tübitak yayınları, Ankara

- Salingaros, N. A.** , 1995. "The Laws of Architecture from a Physicist's Perspective", Physics Essays 8, s. 638-643
- Salingaros, N. A.** , 1997. Life and Complexity in Architecture From a Thermodynamic Analogy, [www.math.utsa.edu/sphere/salingar](http://www.math.utsa.edu/sphere/salingar)
- Salingaros, N. A.** , 1998. "A Scientific Basis for Creating Architectural Forms", Architectural and Planning Research, 15, s. 283-293
- Salingaros, N. A.** , 2000. Principles of Urban Structure, [www.math.utsa.edu/sphere/salingar](http://www.math.utsa.edu/sphere/salingar)
- Sardar, Z. I. A.** , 1999. Introducing Chaos, Allen and Unwin Pty, Avustralya,
- Schulz, C. N.** , 1980. Genius Loci;Towards a Phenomenology of Architecture, Rizzoli international Publications, ABD
- Sennett, R.** , 1990. The Fall of a Public Man, London
- Sitte, C.** , 1979. The Art of Building Cities: City Building according to Its artistic Fundamentals, Westport, Hyperion Press
- Stephens, R.** , 1999. Visual Basic Graphics Programmig, Wiley Computer Publishing, N.Y
- Stiny, G. & Gips, J.** , 1978Algorithmic Aesthetics, University of California Presss, Berkeley, California
- Stonor, T.** , 1998. Space Syntax, [www.spacesyntax.com/publications](http://www.spacesyntax.com/publications)
- Şen, Z.** , 2001. Bulanık Mantık ve Modelleme ilkeleri, Bilge Kültür Sanat yay. , İstanbul
- Tankel, S. B.** , 1969. Cities and Space; The Future Use of Urban Land:The Book is based on 1962 RFF(Resources For The Future). Forum on The Future Use of Urban Space, The Johns Hopkins Presss, Baltimore and London
- Tekeli, İ.** ,1991. "Kentsel Tasarım Sorunları Tartışılmaya Başlanmalıdır. ", Mimarlık, 1991/1, Mimarlar Odası Yayını, s. 74-75
- Tippet, Joanne**, 1994. A Pattern Language of Sustainability Ecological Design and Permaculture, [www.holocene.net/dissertation.htm](http://www.holocene.net/dissertation.htm)
- Torrens, P. M.** , **O'Sullivan, D.** , 2001. Cellular Automata and Urban Simulation, [www.casa.ucl.ac.uk/geosimulation/b2802ed.pdf](http://www.casa.ucl.ac.uk/geosimulation/b2802ed.pdf)
- Torrens, P. M.** , Cities,Cells and Complexity: developing a research agenda for urban geocomputation, [www.casa.ucl.ac.uk/geosimulation/gc044.htm](http://www.casa.ucl.ac.uk/geosimulation/gc044.htm)

- Torens, P.M.**, How Cellular Models of Urban Systems Work,  
[www.casa.ucl.ac.uk/working\\_papers.htm](http://www.casa.ucl.ac.uk/working_papers.htm)
- Trancik, Roger**, 1986. Finding Lost Space, Van Nostrand Reinhold, New York
- Tricart, J.** 1963. Cours de geographie humaine, Vol. 1, L'habitat rural; Vol. 2, L'habitat urbain; Centre Documentation universitaire, Paris,
- Trippet, J.** , A Pattern Language of Sustainability Ecological Design and Permaculture, [www.holocene.net/dissertation.htm](http://www.holocene.net/dissertation.htm)
- Tümertekin, E. , Özgüç, N.** , 1997. Ekonomik Coğrafya; Küreselleşme ve Kalkınma, Çantay Kitabevi Yayınları
- Tümertekin, E. , Özgüç, N.** , 1998 Beşeri Coğrafya, İnsan, Kültür, Mekan, Çantay Kitabevi Yayınları, İstanbul
- Ünlü, A.** , 1998. Çevresel Tasarımda İlk Kavramlar, İ. T. Ü Mimarlık Fakültesi Yayınları, İstanbul
- Vance J. , E. Jr.** , 1990. Urban Morphology in Vestern Civilization, The Johns Hopkins University Press, Baltimore and London
- Whyte, L. L. /Wilson, A. G. / Wilson, D.** ; 1969. Hierarchical Structures, American elsevier Publishing Company, Inc. , New York
- Williams, K.** , 2000. Pavement as Embodiments of Feaning For a Fractal Mind, [www.nexusjournal.com](http://www.nexusjournal.com)
- Wingo, Jr. , L.** , 1969. Cities and Space; The Future Use of Urban Land: The Book is based on 1962 RFF (Resources For The Future). Forum on The Future Use of Urban Space, The Johns Hopkins Presss, Baltimore and London
- Wurster, C. B.** , 1969. Cities and Space; The Future Use of Urban Land: The Book is based on 1962 RFF (Resources For The Future). Forum on The Future Use of Urban Space, The Johns Hopkins Presss, Baltimore and London
- Zarnowiecka, J. C.** , 2001. Chaos, Databases and Fractal Dimension of Regional Architecture, <http://www.fch.vutbr.cz/lectures>,

## **EKLER**

## 6.1 EK A. Konu İle İlgili Terimler

### Başlangıç Durumuna Hassas Bağlılık

Girdilerdeki küçük farkların çıktılarda çok büyük farklılıklara yol açabilmesi durumuna kelebek etkisi veya teknik ifade ile başlangıç durumuna hassas bağlılık adı verilmektedir. Başlangıç koşullarında ortaya çıkan küçük değişmelerin sonuçta yine sistemin global düzeni sayesinde dengelenmesi veya desteklenerek küçük farkların çok büyük değişikliklere yol açması gibi olasılıklar bulunmaktadır. Ayrıca bazı bifürkasyon noktalarında birbiriyle eşit olasılıklara sahip alternatif süreçler olacağından ilk koşullar çok iyi bilinse de ilk anda farkına varılamayacak değişimlerin sonraki büyük etkileri ve sistemin tek bir sonuç yerine bir sonuçlar kümesini taraması, geleceğin öngörülmesini engellemektedir. 19.yy sonlarında Fransız matematikçi Jacques Hadamard tarafından kanıtlanmış olan bu görüş, fizikçi Pierre Duhem'in 1906 da yayınlanan bir kitabındaki bölüm başlıklarından biri "Kullanılması sonsuza dek olanaksız bir matematiksel çözüm örneği" ile dikkat çekmiştir. Önerdiği çözüm Hadamard'ın bilardo masası üzerinde bir topun izlediği yoldur. "Kullanılması olanaksız" nitelimesinin nedeni ise; başlangıç durumunda zorunlu olarak bulunan küçük bir belirsizliğin, eğer yeterince beklenirse topun izleyeceği kestirilen yolda çok daha büyük bir belirsizliğe yol açacak olmasıdır. Doğal olarak bu durum yapılan kestirimi geçersiz kılmaktadır. Matematikçi Henry Poincaré de 1908'de yayınlanan Science et Methodé adlı eserinde rastlantı ve determinizm'in uzun dönemde bilinmezlikte bulduklarını belirtmekte ve bunu şöyle açıklamaktadır: "Gözümüzden kaçan çok küçük bir neden, görmezden gelemeyeceğimiz denli büyük bir etkiye yol açar ve biz bu etkinin rastlantısal olduğunu sanırız." Poincaré kitabında başlangıç durumuna hassas bağlılık konusuna iki örnek vermektedir. Bunlardan biri, büyük bir hızla dört bir yana uçuşan ve sürekli olarak birbirleri ile çarpışan çok sayıda molekülden oluşan bir gazdır. Bu çarpışmalar başlangıç durumuna hassas bağlılık yaratmaktadır. Gaz moleküllerinin çarpışmalarındaki önceden bilinmezlik, olasılıklara dayanan bir tanımı haklı çıkarmaktadır. Poincaré'in ikinci örneği meteoroloji ile ilgilidir. Hava tahminlerinin güvenilir olmayışını, başlangıç durumuna hassas bağlılığın yanı sıra başlangıç durumuna ilişkin bilgimizin bir oranda yetersiz oluşuna da bağlamakta ve bunun sonucunda hava değişikliklerinin rastlantıyla oluştuğu gibi bir izlenimin ortaya çıktığını ileri sürmektedir (Ruelle, 1996, Gleick, 1998, Hughes ve Attwell, 1999).

## Determinist ve Dissipatif Sistemler

Determinist sistem kavramı, önceden belirlenebilir yada belirlenmiş olma durumunu tanımlamaktadır. Newton fiziğinden yola çıkan, alışılmış olan pozitivist dünya görüşüne göre, bir sistemin başlangıç durumundaki şartları hakkında yaklaşık olarak bir bilgiye sahip olan ve tabiat kanununu anlayabilen bir insanın sistemin yaklaşık davranış biçimini hesaplaması mümkündür, dolayısıyla söz konusu nesne, canlı yada hareketin geleceği ne kadar karmaşık olursa olsun, diferansiyel denklemler sayesinde önceden kesin olarak tanımlanabilir. Bu tür sistemlerin gelişme hatlarına yada yörüngelerine trajektör denilmektedir (Hughes ve Attwell,1999).

Kendilerine lineer diferansiyel denklemler-çoğunlukla en azından yaklaşık olarak uygulanabilen sistemlerin içinde determinist olma özelliği gösteren trajektörler, lineer olmayan sistemlerde, bir yada daha fazla bifurkasyon noktası üzerinden belirlenemezlik özellikleri taşıyarak indeterminist bir geçiş yaparlar. Böyle doğrusal olmayan sistemlerin matematiksel düzlemde ele alınabilmesini sağlayacak ön koşullar 1892 yılında Fransız matematikçisi Henri Poincaré tarafından hazırlanmış ve Amerikalı E.N. Lorenz'ın, hava durumunu matematiksel olarak önceden belirleyebilecek modeller üzerinde çalışması ile uygulama alanı bulmuşlardır. Lorenz, bu modellerde meteorolojik durumların ve bunların etkileşimlerinin en önemli parametrelerini kullanarak, birinci dereceden doğrusal olmayan, birbirine bağlı üç diferansiyel denklemin oluşturduğu öbeğin tamamen kaotik trajektörlere yol açtığını göstermiştir ( Gleick, 1997, Cramer, 1998).

Dissipatif sistemler türeyim ağacı modeline uygun sistemlerdir yani, çatallanma, dallanma noktalarından geçerek gelişirler. Bu çatallanma uğraklarında sistemin karşısına gerçekleşme olasılıkları eşit olan alternatifler çıkar. Sistemin, gelişimini hangi koldan sürdüreceğini önceden kestirebilmek imkansızdır. Böyle bir noktaya varmış olan bir gelişme kolunun bütün başlangıç koşullarının belirlenmiş olduğu varsayılsa dahi, bütün determinist parametrelere rağmen, türeyim yolunun hangi dallara, nerede, nasıl ayrılacağını, bir dağılma noktasından sonra hangi yolu hangi biçimlerde izleyeceğini bilmek mümkün değildir: Dolayısıyla gelişme indeterminist denen belirsizlik özelliği taşıyan bir yolla karşı karşıyadır. Bu türden dallanma, çatallanma noktalarına bifurkasyon (Latince furca: çatal, tırmık). yada benzer bir anlama gelen Fulgurasyon (Latince fulgur: şimşek, yıldırım). noktaları denir. Dissipatif yapılarda birbiriyle ilintilenmiş üç yan vardır: Kimyasal denklemlerle ifade edildiği şekliyle fonksiyon, dengesizliklerden ileri gelen mekan-zaman yapısı ve bu dengesizlikleri (istikrarsızlıkları). gideren dallanmalar. İşlev, yapı ve dallanmaların birbirleri ile karşılıklı etkileşimleri sonucunda, alabildiğine sürpriz, beklenmedik

fenomenle ortaya çıkabilir; bunlardan biri de dallanma-çatallanmalar sonucu oluşan düzendir. Bu gelişmelerle birlikte her yerde karşılaşılan belirsizliğin nesnel olarak incelenmeleri için bazı teknik, yöntem, algoritma ve yaklaşımların alışılagelmiş belirgin matematik (diferansiyel, Türev). dışında belirsizliği yakalayabilecek ve onu sayısallaştırabilecek kuralları olan bazı bilimsel yöntemlere ihtiyaç hissedilmiştir. Bu türlü konular için geçerli olabilecek ihtimaller, istatistik, stokastik, fraktal, kaotik, pertürbasyon, kuantum gibi değişik belirsizlik yöntemleri bulunmaktadır. Bu yöntemler olayın incelenmesinde kuralcı, basitleştirici ve donuk kavramlar olması yerine daha dinamik, belirsiz ve verimli yaklaşım ve görüşlerle yardımcı olmaktadır (Cramer, 1998, şen, 2001).

Bir sistem kaosa doğru giderken birbirini izleyen iki bifurkasyon olayının grafiksel uzunluk farkı olarak, Amerikalı matematikçi Feigenbaum'un adına atfen Feigenbaum sayısı denen ve "n" ve "e" gibi evrensel bir sabite olan 4.669201660910... değeri elde edilir. Evrensel bir sabit sayı olarak 1930 yılında Alman matematikçi S. Grossmann tarafından bulunup, Feigenbaum tarafından daha yakından tanımlanan bu değer, düzenden kaosa geçişi tanımlamaktadır (Gleick, 1997, Cramer, 1998).

## **Entropi**

Sanayi devriminin 18.yy'da gelişmesi ile elde edilen bilgi ve bilimsel sorgulamalar sonunda ortaya çıkan, termodinamik, yani ısı iletimi olayının moleküler seviyede tamamen belirsizlik yöntemleri ile czmlenebileceği anlaşılmış, belirsizlik ve düzensizliğin bilimsel ölçütü olarak entropi kavramı ortaya çıkmıştır. Entropi kısaca bir sistemin gelişigüzellik oranını ifade etmektedir yani, olası durumların sayısındaki basamakların sayısı, yani durumların sayısının logaritmasıdır. Entropi= $k \cdot \log(\text{durumların sayısı})$ . ( Ruelle, 1996, Gleick, 1997, şen, 2001).

Entropi kavramı termodinamikten alınmıştır; İkinci yasanın, yani hem evrenin hem de evren içinde yalnız bırakılmış bütün sistemlerin tedricen artan bir düzensizlik durumuna doğru kayma eğiliminde olması şeklindeki termodinamik yasanının bir uzantısını meydana getirmektedir. Termodinamiğin ikinci yasasına göre; Her şey düzensizliğe doğru meyleder. Enerjiyi bir biçimden başka bir biçime dönüştüren her süreç bu enerjinin bir kısmını ısı olarak kaybeder. Tam ve mükemmel verimlilik söz konusu değildir. Evren tek yönlü bir yola benzer. Entropi hem evrende hem de evrenin içindeki herhangi bir hipotetik izole sistemde hep artmak zorundadır (Gleick, 1997, Cramer, 1998, şen, 2001).

Entropinin anlamı kısaca, doğal ve fizik olaylarının belirsizliklerinin sürekli olarak arttığı ve asla azalmadığı yani bir düzensizliğe doğru gelişme bulunduğudır. Bir bakıma entropi belirsizlik ve düzensizliğin ölçüsüdür. Belirsizliğin ve düzensizliğin arttığı bir dünyada doğal olarak bunları nesnel biçimlerde kontrol edebilecek belirsizlik yöntemleri araştırılmalıdır.

Yere rasgele saçılmış olan kibrit çöpleri yüksek görsel entropi örneği oluşturur. burada entropi yere saçılmış olan kibrit çöplerinin daha düzenli bir konfigürasyonda yerleştirilmeleriyle azalır. Entropinin azalması için dikdörtgensel bir düzen şart değildir, örümcek ağı veya helozonik bir düzen de olabilir. Matematiksel simetriler – bu örnekte, döndürme, radyal veya spiral dönüşüm- büyük ölçekli düzen ve düşük görsel entropi anlamına gelir. Diğer bir örnek de rasgele dağılmış olan farklı uzunluk ve renkteki çubukların yeniden düzenlenmesi olabilir. Sonsuz olası alternatiften yaratıcılıktan en uzak olanı aynı renk ve boydaki düzenli sıralar halinde ayrılmasıdır. Bölgeleme anlayışında olduğu gibi, benzer elemanların bir araya toplanması ile alt seviyedeki bağlar ortadan kalkar çünkü kontrast yoktur. Entropi azalmıştır fakat alt ölçek de beraberinde yok edilmiştir. Bu şekilde aldatıcı düzenleme, yeterli komplekslikte olmadığı için bütünlüğe ulaşmak söz konusu değildir. Kentsel düzenlerde entropiyi azaltmak için bütün farklı modüller arasında üst seviyede bağlantıların optimum seviyede kurulmuş olması gerekir.

## 6.2 EK. B Tablolar

Tablo 1. Önemli Tarihi Binaların Komplekslik ve Sıcaklık Değerleri (Salingaros,2000).

No	Bina	Bulunduğu yer	Tarih	T	H	L	C
1	Parthenon	Athens	-5yy.	7	8	56	14
2	Hagia Sophia	Istanbul	6yy.	10	8	80	20
3	Dome of the Rock	Jerusalem	7yy.	9	9	81	9
4	Palatine Chapel	Aachen	9yy.	7	9	63	7
5	Phoenix Hall	Kyoto	11yy.	7	9	63	7
6	Konarak Temple	Orissa	13yy.	8	8	64	16
7	Cathedral	Salisbury	13yy.	7	9	63	7
8	Baptistry	Pisa	11/14y.	7	8	56	14
9	Alhambra	Granada	14yy.	10	9	90	10
10	St. Peter's	Rome	16/17yy.	10	6	60	40
11	Taj Mahal	Delhi	17yy.	10	9	90	10
12	Grande Place	Brussels	1700	9	7	63	27
13	Maison Horta	Brussels	1898	8	7	56	24
14	Carson, Pirie, Scott	Chicago	1899	7	8	56	14
15	Casa Batlló	Barcelona	1906	8	5	40	40
16	Fallingwater	Bear Run	1936	4	5	20	20
17	Watts Towers	Los Angeles	1954	10	4	40	60
18	Corbusier Chapel	Ronchamp	1955	1	2	2	8
19	Seagram Building	New York	1958	1	8	8	2
20	TWA Terminal	New York	1961	3	2	6	24
21	Salk Institute	San Diego	1965	1	6	6	4
22	Opera House	Sydney	1973	4	5	20	20
23	Medical Faculty	Brussels	1974	7	4	28	42
24	Pompidou Center	Paris	1977	6	4	24	36
25	Foster Bank	Hong Kong	1986	3	7	21	9

Tablo 2 Cerrahpaşa Bölgesi Ada Ölçeğinde Fraktal Değerler

Ada No	Yapı Adası sınırı Fraktal değeri	Yapı Adası Fraktal Değeri
1	1.03	1.79
2	0.98	1.66
3	0.99	1.43
4	1.07	1.4
5	1.1	1.5
6	1	1.5
7	1	1.5
8	0.99	1.57
9	1.01	1.64
10	1.02	1.6
11	0.99	1.63
12	1	1.57
13	1	1.5
14	1.03	1.32
15	1.03	1.54
16	1.02	1.59
17	1.07	1.72
18	1.02	1.62
19	1.04	1.41
20	1.01	1.42
21	1	1.66
22	1.13	1.63
23	1.06	1.55
24	1	1.55
25	1.23	1.57
26	1.01	1.64
27	1.3	1.48
28	1.09	1.65
29	1	1.59
30	0.99	1.57
31	1	1.55
32	1.01	1.69
33	1.08	1.66
34	1.05	1.59
35	1.02	1.62
36	1.26	1.5
37	1.18	1.57
38	1.15	1.61
39	1.04	1.65
40	1.08	1.57
41	1.04	1.45
42	1.02	1.55

Ada No	Yapı Adası sınırı Fraktal değeri	Yapı Adası Fraktal Değeri
43	0.99	1.68
44	1.02	1.71
45	0.98	1.73
46	1.01	1.73
47	0.98	1.73
48	0.97	1.73
49	0.98	1.55
50	1.11	1.76
51	0.98	1.56
52	0.98	1.61
53	1.17	1.65
54	1.03	1.75
55	1.04	1.58
56	1	1.73
57	1	1.62
58	1.03	1.51
59	1.05	1.6
60	1.02	1.58
61	1.58	1.69
62	1.11	1.54
63	1.02	1.5
64	1.18	1.63
65	1.08	1.59
66	1	1.51
67	0.99	1.5
68	1	1.48
69	1.01	1.62
70	0.99	1.6
71	0.99	1.55
72	0.99	1.61
73	1.06	1.51
74	1.12	1.5
75	1.07	1.75
76	1	1.6
77	1.03	1.65
78	1.04	1.56
79	1	1.52
80	1.12	1.65
81	1.09	1.61
82	1.03	1.54
83	0.99	1.51
84	1	1.67

## **ÖZGEÇMİŞ**

1977 yılında Elazığ'da doğdu. Elazığ Fevzi Çakmak İlköğretim Okulu, Vali Saim Çotur Orta Okulu ve Mehmet Akif Ersoy Lisesinde okudu. 1995 yılında İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümüne bölüm ikincisi olarak girdi. 1998 yılında Çift Anadal Programı (Ç.A.P) kapsamında İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık bölümünde eğitim görmeye başladı, 2000 yılında Şehir ve Bölge Planlama Bölümü'nden bölüm birincisi olarak mezun oldu. 2001 yılında İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Ana Bilim Dalı Şehirsel Tasarım Programında Yüksek Lisans Eğitimine Başladı. 2002 Yılında İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünden mezun oldu.