

# Fraktal Boyut Değerleri Hesaplanarak Mülkiyet Geometrisi ile Kentleşme İlişkisinin Araştırılması: Sivas Örneği

İsmail Ercüment AYAZLI<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Cumhuriyet Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Geomatik Mühendisliği Bölümü, 58140, Sivas  
e-posta: eayazli@cumhuriyet.edu.tr

Geliş Tarihi: 25.11.2016 ; Kabul Tarihi: 21.03.2017

## Özet

### Anahtar kelimeler

Arazi Yönetimi; CBS;  
Fraktal Boyut; Kentsel  
Doku; Nüfus.

1950'lerin ikinci yarısından itibaren planlamada sistem yaklaşımı yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu sayede, kentlerin karmaşık yapısı, kaos ve karmaşıklık teorileri ile modellenmektedir. Kentin fiziksel yapısı, ölçekten bağımsız, düzensiz ve kendini tekrar eden bir yapıya sahip olan fraktaller ile analiz edilebilir. Bu makalenin amacı, kent çeperlerindeki mülkiyet geometrisi ile kentleşme arasındaki ilişkinin araştırılmasıdır. Bu bağlamda, Sivas il merkezinin kenarında yer alan 10 mahalledeki kadaströ parsellerinin ve yolların fraktal boyut değerleri, sırasıyla 1,79 ve 1,32 olarak hesaplanmış ve nüfus verileri ile ilişkileri araştırılmıştır.

## Investigation Of the Relationship Between Property Geometry and Urbanization By Calculating Fractal Dimension Values: A Case Study Of Sivas

### Abstract

### Keywords

Land Management;  
GIS, Fractal Dimension;  
Urban Pattern;  
Population.

After the second half of 1950s, system approach has been widely used in planning studies. In this way, complex structure of cities can be modelled with chaos and complexity theories. Urban physical structure can be analyzed with fractals of which characteristics contain scale-independence, irregularity and self-similarity. The main purpose of this paper is to investigate the relationship between ownership geometry and urbanization. In this context, fractal dimension of cadastral parcels and streets were executed as (respectively) 1.79 and 1.32 for ten districts located in the fringes of the Sivas downtown area and looked for their relationship with population.

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

### 1. Giriş

Antik çağdan beri kentler organik/doğal büyüyen ve planlı/yapay büyüyen kentler olarak sınıflandırılmıştır (Batty ve Longley, 1994). Kentsel büyüme, kentlerin planlanmasını bir anlamda zorunlu kılmış ve çeşitli modeller üretilmiştir. Modeller üretilirken kentlerin geometrisi önemli bir etken olmuştur. M.Ö. 2000'li yıllarda Asurlular'ın askeri amaçlı kentlerinde dairesel bir yapı vardır ve bu daire birbirini dik kesen iki eksen yardımıyla dörde bölünmüştür (Batty ve Longley, 1994). Sonrasında ızgara şeklinde grid yapılar Roma askeri kent formunda önemli bir yere sahip olmuştur (M.S. 350) (Batty ve Longley, 1994). Ortaçağ Avrupa kentleri ise kompakt bir forma sahiptir ve kilise ile

pazar yerlerinin çevresinde binaların yoğunlaştığı gözlenmektedir (Batty ve Longley, 1994). Rönesans dönemiyle birlikte ideal kent formu belirlenmek istenmiş ve bu bağlamda birçok kent geometrisi önerilmiştir. Kent merkezinin dairesel bir formda planlandığı ve bu daireyi radyal olarak kesen caddelerden oluşan kentsel form bu yapıya örnek olarak gösterilebilir (Batty ve Longley, 1994). 18. yüzyıldan itibaren Amerikan kentlerinde hücreli bir büyümeye sahip olan sistematik kent formu ortaya çıkmıştır (Batty ve Longley, 1994).

Kentin geometrisi, genel bir tanımla, kentin formu veya şekli anlamına gelmektedir ve bu şekil, kentleri gözlemek ve anlamak için kullanılan

kentsel doku olarak yorumlanabilir (Batty ve Longley, 1994). Erkan (2011), kentsel dokuyu “benzer özellikler taşıyan yapıların, açık alanların ve donatıların belirli bir sistemde bir araya gelmesi” olarak tanımlamaktadır ve kentsel doku; çevresel, sosyo-ekonomik ve fiziksel boyut olmak üzere üç bileşenden oluşmaktadır (Erkan, 2011).

Kentsel dokunun fiziksel bileşenini yapı adası düzenleri, kanal mekân sistemi, mülkiyet düzeni, yapılaşma düzeni, donatı düzeni, peyzaj, malzeme ve üçüncü boyut meydana getirmektedir. Kanal mekân sistemleri, ulaşım türü ve topografik yapıyı, mülkiyet düzeni ise parsel boyutları ve biçimleri ile yapı büyüklüğü ve yoğunluğunu etkiler (Erkan, 2011).

1950’li yılların ortalarından itibaren kentler, bir sistem olarak ele alınmıştır (Batty, 2007; Başlık, 2008; Ayazlı I. E., 2011). Sistem yaklaşımı, planlama sürecinde sistem bakış açısı ve kestirim ile modelleme olarak iki farklı şekilde karşımıza çıkmaktadır (Başlık, 2008; Ayazlı, 2011). Planlama sürecinde sistem bakış açısında, planın kendisi bir sistem olarak düşünülmekte diğer yaklaşıma göre de kent modelleri ön plana çıkmaktadır (Başlık, 2008).

Modelleme ile kentlerin değişiminde kentsel çevredeki mal, hizmet, bilgi vb. akışları analiz edilebilmekte bu sayede kentlerin karmaşık yapısı kontrol altında tutulabilmektedir (Başlık, 2008). Modelleme yaklaşımında kentler pek çok alt sistemden oluşur ve bu alt sistemler; karmaşıklık yüzeyi sonsuz olan, açık, dinamik, canlı ve yaşayan sistemlerdir (Başlık, 2008). Bu nedenle doğrusal olmayan ve dinamik bir yapıya sahiptirler (Batty, 2007; Başlık, 2008; Ayazlı I. E., 2011). Kentlerin bu karmaşık yapılarını çözümlenebilmek için kaos ve karmaşıklık kuramlarından faydalanılmaktadır (Başlık, 2008; Ayazlı I. E., 2011; Ayazlı, vd., 2015).

Kaos kuramı, önceden kestirilmesi zor, uzun vadeli davranışların dinamik sistemler içinde başlangıç durumuna hassas bağlılık olarak tanımlanmaktadır (Cheng, 2003). Kuramın temelinde, varlıkların ve

yasaların basit, kestirilebilir bir kümesi; karmaşık ve tahmin edilemeyen bir sonuca sahip olması yatmaktadır (Ayazlı, 2011). Herhangi bir olayın gelişimi ve sonucu, o olayın başlangıç koşullarına bağlı olmasını ifade eder (Koc, 2004). Bir diğer deyişle, başlangıçta meydana gelen çok küçük bir değişiklik gelecekte çok büyük etkiler yaratabilir (Yüzer, 2001).

Kaos geometrisi, matematikçi Mandelbrot tarafından keşfedilmiş, tekrar ve kendi kendine benzerliği ifade eden fraktal kelimesi ile tanımlanmıştır. Bu nedenle, düzgün bir geometriye sahip olmayan, parçalı, kırıklı ve kesikli şekilleri tanımlamak için kullanılır (Yüzer, 2001). Kartanelerinin billurumsu geometrisi fraktaller için güzel bir örnek oluşturmaktadır. Her ne kadar kent planları Öklid geometrisi ile yapılsa da kentlerin fiziksel yapısı fraktal geometri ile daha doğru çözümlenebilmekte, fraktal boyut hesaplanarak kentsel doku belirlenebilmektedir (Batty ve Longley, 1994; Shen, 2002; Akbulut, 2004; Erdogan, 2015).

Çalışmanın amacını, kentin fiziksel yapısını, taşınmaz mülkiyeti bakımından incelemek oluşturmaktadır. Bu nedenle kadastral parseller ile yol verilerinden fraktal boyut değerleri hesaplanarak kentsel dokunun fiziksel boyutu belirlenmeye çalışılmıştır. Çalışma bölgesi olarak, Türkiye’nin yüzölçümü bakımından ikinci büyük ili olan ve şimdiye kadar bilimsel çalışmalara çok konu olmamış (URL 1, 2016) Sivas ili Merkez İlçesi oluşturmaktadır. Bu kapsamda, kentin çeperlerinde yer alan; Ahmet Turan Gazi, Akdeğirmen, Çayboyu, Danişment Gazi, Eğriköprü, Esenyurt, Karşıyaka, Uzuntepe, Yenişehir ve Yeşilyurt mahalleleri incelenmiştir. Sivas Belediyesi tarafından 2015 yılında hazırlanan, 1:1.000 ölçekli revizyon imar planı verilerine altlık teşkil eden ve CBS ortamında hazırlanmış mahalle idare sınırları, yol ve kadastral parsel verileri temin edilmiştir. 10 mahalleye ait yol ve kadastral parselleri için ayrı ayrı fraktal boyut değerleri hesaplanmıştır. 2015 yılında yapılan planda öngörüldüğü üzere kentleşmenin yoğun olarak yaşanacağı bu mahallelerdeki kadastral

parsellerin dağınık/karmaşık yapısı nedeniyle ortalama fraktal boyut değeri 1,76 olarak hesaplanmıştır. Elde edilen değerler ile nüfus verileri arasındaki korelasyonlar hesaplanarak aralarında ilişki bulunup bulunmadığı araştırılmış, mülkiyet verilerine ait fraktal boyut değerleri ile nüfus verileri arasındaki korelasyon değeri % 3 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca tüm Sivas İli Merkez İlçesi için kadastral parsellere ve yollara ait fraktal boyut değerleri hesaplanarak kent merkezi ile çeperlerdeki mahalleler arasındaki fraktal boyut değerleri karşılaştırılmıştır.

## 2. Çalışma Alanı ve Yöntem

Çalışma alanı, 1285 m rakıma sahip, genel olarak dağlık ve yüksek bir bölgede kuruludur. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) tarafından 2015 yılı için yayınlanan “Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi” verilerine göre kentin nüfusu 329.082’dir (URL 2, 2016). Sivas Merkez İlçe’ye bağlı 65 adet mahalle bulunmaktadır, bu mahallelerden kentin çeperlerinde yer alan 10 adet mahalle, makalenin konusunu oluşturmaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. Çalışma alanı

Çalışmada, Sivas Belediyesi’nden CBS ortamında temin edilen mahalle idari sınırları, yol ve kadastral parsel verileri kullanılmıştır. 10 mahalle için yol ve kadastral parsellere ait fraktal boyut değerleri ayrı ayrı hesaplanmıştır. ArcGIS yazılımında yol ve kadastral parsel verileri düzenlenmiş ve bu verilerin her biri için 300 dpi çözünürlüklü siyah-beyaz “.tif” formatında görüntüler hazırlanmıştır. Kadastral

parseller ArcGIS yazılımında düzenlenirken parsel sınırlarına ait Kırmızı-Yeşil-Mavi (KYM) değerleri 110 olarak ayarlanmıştır, bu sayede kadastral parseller için fraktal boyut hesaplanabilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Çayboyu Mahallesi’ne ait kadastral durumu gösteren girdi verisi

Fraktal boyut değerleri, Fransa’da bulunan Théma araştırma merkezinde geliştirilmiş ve pek çok bilimsel çalışmada kullanılan (Erdoğan, 2015; Thomas, vd., 2010; Erdogan ve Cubukcu, 2014; Ma, vd., 2008; Thomas, vd., 2008), Fractalyse yazılımı ile hesaplanmıştır. Fraktal geometri (Şekil 3), ölçekten bağımsız bir şekilde her boyutta kendini tekrar eden kırıklı bir yapıya sahip olduğu için kent morfolojisinin belirlenmesinde sıklıkla kullanılmaktadır. Fraktal geometriye sahip bir nesnenin mekânı nasıl doldurduğunu gösteren istatistiksel ve pozitif bir büyüklük, fraktal boyut olarak tanımlanmaktadır (Erdoğan, 2015). 1 ile 2 arasında değer alır ve 2’ye yaklaştıkça karmaşıklık oranı, 1’e yaklaştıkça da yayılma oranı artar (Shen, 2002; Erdoğan, 2015; Kaya, 2010).



Şekil 3. Fraktal geometri örnekleri (Başlık, 2008)

Fraktal boyut değerleri; Grid, Yarıçap Kümelenmesi, Genleşme, Korelasyon, Gauss Kıvrımı, Kutu Sayma ve Şebeke yöntemlerine göre hesaplanmaktadır (Erdoğan, 2015; URL 3, 2016). Makalede fraktal boyut değerleri, kutu sayma yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Bu yöntemde, siyah-beyaz bir görüntüdeki siyah pikselleri kaplayan en az kare kutular hesaplanır ve görüntüyü kuadratik gridler ile analiz eden Grid yönteminin geliştirilmiş bir uyarlamasıdır (Shen, 2002; Erdogan, 2015; URL 3, 2016). Yazılımın tanımlı kutu boyutu 1'den başlayarak ikinin katları (1, 2, 4, ... 2n) şeklinde görüntü merkezinden siyah pikselleri tam olarak kapsayan kutu boyutuna (en fazla parametre sayısına) ulaşana kadar devam eder (URL 3, 2016). Çalışmada her bir mahalle için yol ve kadastral parsellere ait en fazla kutu boyutu,  $2^{11}$  (=2048) piksel olarak alınmış ve bu değerlere göre fraktal boyut hesaplanmıştır. D, fraktal boyut; s, kutu boyutu; N(s), kutu sayısı; c, yerleşim alanları boyutu; Es, ise hata terimi olmak üzere; aşağıdaki bağıntı ile aralarındaki ilişki formüle edilebilir ve fraktal boyut D, Log (N(s)) ile Log (1/s) grafiğinin eğimidir ve (1) numaralı bağıntıya göre hesaplanır (Shen, 2002).

$$\text{Log (N(s))} = \text{Log (c)} + \text{D*Log (1/s)} + \text{Es} \quad (1)$$

### 3. Bulgular

Ahmet Turan Gazi, Akdeğirmen, Çayboyu, Danişment Gazi, Eğri Köprü, Esenyurt, Karşıyaka, Uzuntepe, Yenişehir, Yeşilyurt mahalleleri için, kadastral parsel ve yollara ait ".tif" formatında, siyah-beyaz, 8 bitlik görüntüler oluşturulmuştur. İncelenen mahalleler için ayrıca nüfus verilerinden hektar başına düşen nüfus yoğunluğu

hesaplanmıştır. Nüfus yoğunluğu kent merkezinde, ha bazında 300'ün üzerindeyken, çeperlerde sıfıra yaklaşmaktadır. 191,5 km<sup>2</sup> yüzölçümüne sahip Sivas Merkez İlçe'nin yüzölçümü bakımından % 75'ini (142,9 km<sup>2</sup>) bu mahalleler kaplamaktadır (Şekil 1). Bu durum kent merkezinin kompakt bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Oluşturulan siyah-beyaz görüntülerden tüm il geneli için kadastral parsellere (Şekil 4) ilişkin hesaplanan 1,79'luk fraktal değer de bunun kanıtını oluşturmaktadır. Elde edilen değerler Kaya ve Bölen'in (2006) hesapladığı 1.85'lik değerle paralellik göstermektedir (Kaya ve Bolen, 2006). Kadastral parsellere göre hesaplanan fraktal boyut değerinin 1,70 değerinin üzerinde çıkması, parsel geometrisinin karmaşık ve düzensiz bir yapıya sahip olduğunu göstermekte ve kentsel toprak düzenlemesi uygulaması yapılmasının gerekliliğini ortaya koymaktadır.



Şekil 4. Tüm il genelindeki kadastral parsellerin fraktal geometrisi

İncelenen mahallelere göre hesaplanan parsel ve yol verilerine ait fraktal boyut değerleri Tablo 1'de sunulmaktadır. Nüfus yoğunluğunun çok düşük olduğu mahallelerde kadastral fraktal boyut 1.70'in üzerinde hesaplanmıştır. Nüfus verileri ile parsellere ait fraktal boyut değerler arasındaki korelasyon % 3, parseller ve yollar arasındaki korelasyon değeri ise % -6 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere mülkiyet geometrisi ile nüfus verileri ve yol geometrisi arasında herhangi bir korelasyon belirlenmemiştir.

Tablo 1. Parsel ve yollara ait fraktal boyut değerleri

Mahalle Adı	Yollara Ait Fraktal Boyut	Parsellere Ait Fraktal Boyut	Nüfus
Ahmet Turan Gazi	1,35	1,75	4.906
Akdeğirmen	1,33	1,77	7.415
Çayboyu	1,24	1,80	563
Danişment Gazi	1,27	1,80	242
Eğriköprü	1,33	1,80	3.899
Esenyurt	1,32	1,72	723
Karşıyaka	1,50	1,77	3.911
Uzuntepe	1,24	1,74	820
Yenişehir	1,28	1,78	13.444
Yeşilyurt	1,35	1,77	1.908
<b>Ortalama</b>	<b>1,32</b>	<b>1,76</b>	<b>3.783</b>

Şekil 5’de yol verilerine ait fraktal görünüm yer almaktadır. İncelenen mahallerde ayrı ayrı hesaplanan fraktal boyut değerleri il genelinde hesaplanan 1,62’lik değerden küçüktür. Bunun nedeninin bu mahallelerde, nüfus yoğunluğunun düşük olması nedeniyle yol ağının tam olarak düzenlenmemesinden kaynaklandığı düşünülmektedir. Zaten kadastral parsellere ait fraktal boyut değerlerinin yüksek çıkması da bu mahallelerdeki parsel geometrisinin karmaşık yapısından meydana gelmektedir ve bu bölgelerde kentsel toprak düzenlemesinin yapılması gereğini ortaya koymaktadır.

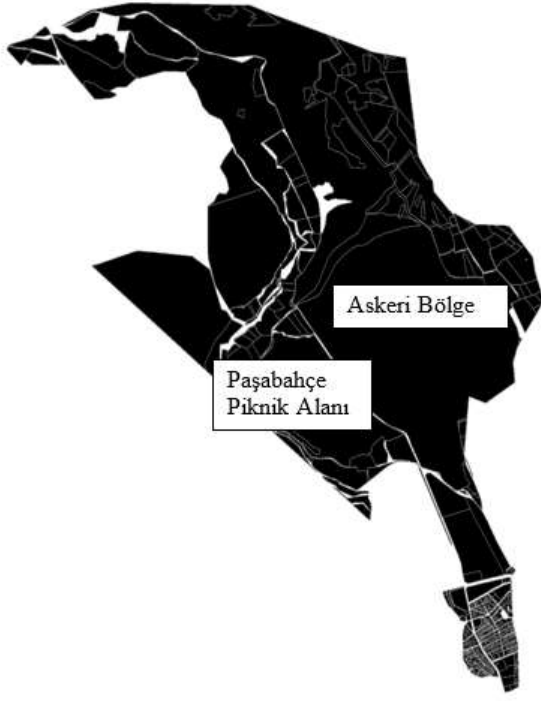


Şekil 5. Tüm il genelindeki yolların fraktal geometrisi

Yol değerleri nüfus verileri ile ilişkilendirildiğinde aralarındaki korelasyon değeri % 11 olarak hesaplanmıştır. Ancak Akdeğirmen ve Yenişehir

mahalleleri özel olarak değerlendirilmelidir. Bunun nedeni her iki mahallenin de esasında kent merkezinde yer almalarına rağmen idari sınırları içinde geniş büyük alanları barındırmalarıdır. Akdeğirmen Mahallesi’nde geniş askeri alan ve piknik alanları (Şekil 6), Yenişehir’de ise Cumhuriyet Üniversitesi Kampüsü yer almaktadır. Dolayısıyla bu mahallelerde nüfus yoğunluğu kent merkezine yakın bölgelerde daha yüksektir. Bu iki mahalle çıkartılarak hesaplanan yol ve nüfus arasındaki korelasyon değeri ise % 67 olarak bulunmuştur ve bu değer yardımıyla yol geometrisi ile nüfus verileri arasında bir doğru orantı olduğu yorumlanabilir. Çizelge 1’de sunulan yollara ait fraktal boyut değerleri incelenirse nüfusu 1.000’in altında olan mahallelerde, ki buralar kentin kırsal kesimini oluşturmaktadır, 1,30’un altında olduğu ve Çayboyu ile Danişment Gazi mahallelerinde ise parsellere ait fraktal boyut değerinin 1,80 ile çalışma alanında parsel bazında en yüksek değere sahip olan yerlerdir. Ancak, burada Esenyurt mahallesine ait fraktal boyut değeri 1,32 olarak hesaplanmıştır. Bunun nedeninin ise 1990’lı yılların sonundan itibaren, Sivas’ta yaşayanların hafta sonları vakit geçirdiği çiftlik evlerinin Karşıyaka ve Esenyurt mahallerinde bulunması nedeniyle olduğu düşünülmektedir.





Şekil 6. Akdeğirmen Mahallesi genel görünüm

#### 4. Sonuç ve Öneriler

Çalışmada Sivas İli'ne ait 10 mahallenin kadastral parsel ve yollara ait fraktal boyut değerleri hesaplanmıştır. Tüm Sivas için parsel bazında 1.79 olarak hesaplanan fraktal boyut değeri, kentin kompakt bir yapıya sahip olduğunu göstermektedir. Ancak kent çeperlerinde yer alan ve fraktal boyut değeri yüksek olan kadastral parsellerin arazi niteliğinde olup karmaşık bir geometriye sahip olduğu görülmektedir. Özellikle üniversite yerleşkesinin kentleşme için bir ağırlık merkezi oluşturduğu düşünüldüğünde Yenişehir, Esenyurt ve Eğriköprü mahallelerinde yoğun imar uygulaması faaliyetleri beklenmektedir.

Yenişehir ve Akdeğirmen mahallerinde yollara ait fraktal boyut ile kadastral parsellerden elde edilen değerler arasında büyük farkların olması, bu mahallelerde üniversite, askeri alan, piknik alanı gibi açık alanların bulunmasından kaynaklanmaktadır.

Kadastral parsel geometrisinin kentleşmeye etkilerinin incelendiği bu çalışmada, parsellere ait

fraktal boyut değerleri ile nüfus verileri arasındaki korelasyon % 3, parseller ve yollar arasındaki korelasyon değeri ise % -6 olarak hesaplanmıştır. Bu değerlerden de anlaşılacağı üzere, kent çeperinde yer alan mahallelerde mülkiyet geometrisi ile nüfus verileri ve yol geometrisi arasında herhangi bir ilişki belirlenememiştir. Kentsel dokunun fiziksel boyutunun araştırıldığı çalışmalarda kadastral parseller yerine yol, bina ve imar adası geometrisinin kullanılmasının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

#### Kaynaklar

Akbulut, M. R., 2004. *Kentsel Tarih Araştırmalarında Bilgi Teknolojilerinin Kullanımıyla Yeni Bir Yöntem Geliştirilmesi, Doktora Tezi*. İstanbul: MSGSÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ayazlı, I. E., 2011. *Ulaşım ağlarının etkisiyle kentsel yayılmanın simülasyon modeli: 3. Boğaz Köprüsü örneği, Doktora Tezi*. İstanbul: YTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Ayazlı, I. E. et al., 2015. Simulating urban growth driven by transportation networks: a case study of the Istanbul Third Bridge. *Land Use Policy*, Volume 49, pp. 332-340.

Başlık, S., 2008. *Dinamik Kentsel Büyüme Modeli: Lojistik Regresyon ve Cellular Automata (İstanbul ve Lizbon Örnekleri), Doktora Tezi*. İstanbul: MSGSÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Batty, M., 2007. *Cities and Complexity*. Cambridge London: MIT Press.

Batty, M. ve Longley, P., 1994. *Fractal Cities A Geometry of Form and Function*. s.l.:ACADEMIC PRESS LIMITED.  
Cheng, J., 2003. *Modelling spatial & temporal urban growth, Ph.D. thesis*. s.l.:Utrecht University.

Erdogan, G., 2015. *Kent Makroformlarının Mekânı Kullanma Verimliliklerinin Fraktal Boyut İle İncelenmesi, Doktora Tezi*. İzmir: Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.

Erdogan, G. ve Cubukcu, K. M., 2014. *Explaining Fractal Dimension In Populous Cities*. İstanbul, yazarı bilinmiyor

Erkan, N., 2011. Kentsel Doku Kavramı İçinde *Planlama Stüdyoları Eğitim Süreci Silifke Örneği*. İstanbul: Yıldız Teknik Üniversitesi Basım-Yayın Merkezi, pp. 76-86.

URL 2, 2016. *Turkish Statistical Institute*. <http://www.tuik.gov.tr/>. (25 Kasım 2016).

Kaya, H. S., 2010. *Kentsel Dokunun Dinamik Yapısının Analizine Yönelik Sayısal Yöntem Önerisi, Doktora Tezi*. İstanbul: İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü.

URL 3, 2016. *Fractalyse*. [http://www.fractalyse.org/en-doc-1.2\\_The\\_counting\\_methods.html](http://www.fractalyse.org/en-doc-1.2_The_counting_methods.html) (25 Kasım 2016).

Kaya, H. S. ve Bolen, F., 2006. Kentsel Mekan Organizasyonundaki Farklılıkların Fraktal Analiz Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *Journal of Istanbul Kültür University*, Cilt 4, pp. 153-172.

Koc, U., 2004. *Komplekslik Yaklaşımı ve Bilgi Yönetimi*. Eskişehir, 3.Ulusal Bilgi, Ekonomi ve Yönetim Kongresi, 25-26 Kasım 2004.

Ma, R., Gu, C., Pu, Y. ve Ma, X., 2008. Mining the Urban Sprawl Pattern: A Case Study on Sunan, China. *Sensors*, Issue 8, pp. 6371-6395.

Shen, G., 2002. Fractal dimension and fractal growth of urbanized areas. *Int. J. Geographical Information Science*, 16(5), pp. 419 - 437.

Thomas, I., Frankhauser, P. ve Biernacki, C., 2008. The morphology of built-up landscapes in Wallonia (Belgium): A classification using fractal indices. *Landscape and Urban Planning*, Issue 84, p. 99–115.

Thomas, I., Frankhauser, P., Frenay, B. ve Verleysen, M., 2010. Clustering patterns of urban built-up areas with curves of fractal scaling behaviour. *Environment and Planning B: Planning and Design*, Cilt 37, pp. 942-954.

Yüzer, M. A., 2001. *Şehirsel Yerleşmelerde Fraktal ve Hücresel Otomata Yöntemi İle Gelişme Alanlarının Belirlenmesi, Doktora Tezi*. İstanbul: İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü.

### **İnternet kaynakları**

URL 1, 2016, [https://scholar.google.com.tr/scholar?q=sivas+%22reconstruction+plan%22&btnG=&hl=tr&as\\_sdt=0%2C5](https://scholar.google.com.tr/scholar?q=sivas+%22reconstruction+plan%22&btnG=&hl=tr&as_sdt=0%2C5) (25 Kasım 2016).