

## SAMSUN İLİ ARAZİ KULLANIMI/ÖRTÜSÜNÜN MEKÂNSAL-ZAMANSAL DEĞİŞİMLERİNİN FRAKTAL ANALİZ KULLANILARAK BELİRLENMESİ

*Derya ÖZTÜRK\**  
*Uğur GÜNDÜZ\*\**

Alınma: 13.04.2019 ; düzeltme: 18.06.2019 ; kabul: 26.06.2019

**Öz:** Bu çalışmada, mekânsal analizler için giderek artan bir ilgi ve öneme sahip olan ve bu kapsamda Coğrafi Bilgi Sistemlerine (CBS) entegre edilen fraktal analiz konusuna odaklanılmış, Samsun ilinin arazi kullanımı/örtüsündeki mekânsal-zamansal değişimler, CBS ve fraktal analizin entegrasyonu ile belirlenmiştir. 1990 ve 2012 yılları için CORINE 2. düzey arazi kullanımı/örtüsü sınıfları kullanılarak Samsun ilinin arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının mekânsal dağılımı ve deseni belirlenmiş, 1990-2012 periyodunda yaşanan değişimler irdelenmiştir. Fraktal analiz kapsamında; kutu sayma yöntemiyle fraktal boyut, kayan kutular algoritmasıyla laküarite indeksi hesaplanmıştır. 1990-2012 periyodunda CORINE 2. düzeyde yer alan 15 sınıfın 2'sinde hem fraktal boyut hem de laküarite indeksi artarken, 1 sınıfta fraktal boyut ve laküarite indeksi aynı anda azalmıştır. 4 sınıfta fraktal boyut artarken laküarite indeksi azalmış, 8 sınıfta fraktal boyut azalırken laküarite indeksi artmıştır. Sonuçlar, alan ve mekânsal dağılımların yanı sıra parçalanma/kompaktlaşma ve heterojenlik/homojenlik derecesinin analiziyle mekânsal desen özelliklerinin irdelenmesinin, antropojenik etkilerin çevresel sonuçlarının izlenmesi ve değerlendirilmesi açısından önemli bilgiler sunduğunu ortaya koymuştur.

**Anahtar Kelimeler:** Fraktal analiz, Fraktal boyut, Laküarite indeksi, Kutu sayma yöntemi, Kayan kutular algoritması, CORINE

### Determination of Spatio-Temporal Changes of Land Use/Cover in Samsun Using Fractal Analysis

**Abstract:** In this study, we focused on the fractal analysis, which has increasing interest and importance for spatial analysis and is integrated into Geographical Information Systems (GIS), and the spatio-temporal changes in land use/cover of Samsun province were determined by integration of GIS and fractal analysis. The spatial distribution and pattern of the land use/cover classes of Samsun province were determined by using the CORINE 2nd level land use/cover classes for 1990 and 2012, and the changes experienced in 1990-2012 period were examined. In fractal analyzes; fractal dimensions and lacunarity indexes were calculated by using the box counting and the gliding box algorithm, respectively. In the period of 1990-2012, considering 15 classes of CORINE level 2 data, both fractal dimension and lacunarity index increased in 2 classes, both fractal dimension and lacunarity index decreased in 1 class, fractal dimension increased and lacunarity index decreased in 4 classes, and fractal dimension decreased and lacunarity index increased in 8 classes. The results showed that examination of the degree of fragmentation/compactness and heterogeneity/homogeneity, as well as the determination of surface area and spatial distributions, provides important information for the monitoring and evaluation of the environmental consequences of anthropogenic effects.

\* Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Harita Mühendisliği Bölümü, 55139 Kurupelit, Samsun

\*\* Atakum Belediyesi, Plan ve Proje Müdürlüğü, 55200 Atakum, Samsun

İletişim Yazarı: Derya Öztürk (dozturk@omu.edu.tr)

**Keywords:** Fractal analysis, Fractal dimension, Lacunarity index, Box counting method, Gliding box algorithm, CORINE

## 1. GİRİŞ

Şehirler, yapılaşmış alanlar ile birlikte ormanlar, tarım alanları, sulak alanlar vb. doğal örtüleri bünyesinde barındırırlar (Siedentop ve Fina, 2012; Rai ve diğ., 2017). Bu nedenle; hızlı nüfus artışı, kentleşme ve sanayileşme ile birlikte doğal alanlar önemli derecede tehdit altında bulunurlar. Plansız ve kontrolsüz değişimlerin başlıcaları; orman alanlarının tahribatı, tarımsal alanların amaç dışı kullanımı, sulak alanların kurutulması, kıyı şeridinde dolgu sahalarının oluşturulması gibi çeşitli arazi kullanım değişimleridir (Lambin ve diğ., 2001; Çivi ve diğ., 2009). Plansız ve kontrolsüz kentleşmenin önüne geçmek, doğal kaynakları korumak, tarımsal etkinliği arttırmak ve sürdürülebilirlik için hem kentsel hem de kırsal alanlarda doğru arazi kullanım politikalarının geliştirilmesi kritik bir önem taşımaktadır. Doğru arazi kullanım politikalarının geliştirilmesi için ilk aşama, arazi kullanımı/örtüsünün mevcut durumunun ve zamansal değişimlerin analizidir (Öztürk ve diğ., 2010). Arazi kullanımı/örtüsündeki değişimler uzun yıllar boyunca alan değişimi ve mekânsal kullanım değişimleri yönünden ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ancak, şehirlerin sahip oldukları dinamiklerin bütünsel bir yönetim anlayışına uygun biçimde evrensel kabuller, bilimsel ilkeler ve gerektiğinde yerel koşullar ışığında ele alınması, planlanması ve yönetilmesi ve böylece etkin mekânsal kullanımların sağlanması gerekmektedir (Barbosa ve diğ., 2014). Bu nedenle gerçek anlamda mekânsal-zamansal değişim analizi, kentlerin fiziksel dokusunu tanımlayan doğal ve yapay öğelerin mekânsal desenlerinin, bir araya geliş koşullarının, değişimlerinin ve değişimlerin neden ve sonuçlarının irdelemesini ifade eder (Cai ve diğ., 2007; Paszto ve diğ., 2011; Topcu ve Southworth, 2014). Bu kapsamda mekânsal morfolojik çalışmalar büyük bir önem taşır (Cai ve diğ., 2007; Marcus ve Colding, 2011). Son yıllarda Coğrafi Bilgi Sistemlerindeki (CBS) gelişmelerle alan değişimi ve mekânsal kullanım değişimlerine ilave olarak arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının mekânsal deseni incelenerek morfolojik analizler yapılmakta, bu yaklaşımlarla mevcut yapı ve değişimler farklı bakış açılarıyla açıklanmakta, değişimde etkili olan faktörlerin irdelenmesiyle mekânsal organizasyon ve gelişim yönlendirilebilmektedir (Feng ve Chen, 2010; Boeing, 2018; Purevtseren ve diğ., 2018).

Morfoloji, kelime anlamı olarak biçim bilimi ve şekil bilgisi olarak tanımlanmaktadır. Mekânsal morfoloji ise kentsel veya kırsal fiziksel doku özellikleridir (Guo ve diğ., 2014; Marcus ve Colding, 2014). Mekânsal morfolojik çalışmalar kapsamında gerçekleştirilen morfolojik analizler ile yapısal ve biçimsel özellikler, nesnel arasındaki ilişkiler, zamansal değişimler ve bu değişimlerin nedenleri araştırılır (Schwarz, 2010; Vanderhaegen ve Canters, 2017; Jia ve diğ., 2019). Biyoloji, tıp, bitki araştırmaları, endüstri, mimarlık vb. birçok alanda morfolojik araştırmalarda kullanılan fraktal analiz (Bandt ve diğ., 2004; Erdoğan, 2015; Di Ieva 2016), CBS'ye entegrasyon sayesinde son yıllarda kentsel saçaklanma, yeşil alanların dağılımının homojenliğinin/heterojenliğinin belirlenmesi, ormansızlaşmanın yarattığı etkilerin araştırılması gibi birçok mekânsal çalışmada etkin olarak kullanılmaya ve yeni bakış açıları sağlanmaya başlamıştır (Mcadams, 2007; Catalan ve diğ., 2008; Chen, 2010; Terzi ve Kaya, 2011; Li, 2012; Vermeiren ve diğ., 2012).

Fraktal, kırılmak anlamına gelen frangere fiili ve kırılmış/parçalanmış anlamına gelen "fractus" kelimesinden türetilmiştir (Briggs, 1992). Fraktal kavramının çıkış noktası yeryüzü nesnelere karmaşık yapısı olmuştur. Benoit B. Mandelbrot (1967) "How long is the coast of Great Britain?" başlıklı makalesinde Öklid geometrisinin doğadaki oluşumların şekillerini açıklamadaki yeteneğini incelemiş ve doğal nesne ve formların standart geometriden farklı olarak düzgün devam etmeyen ve karmaşık bir yapıda olmasından dolayı Öklid geometrisi ile tam olarak ifade edilemeyeceğini, karmaşık yapıların ifadesinde fraktal geometrinin daha etkili bir yaklaşım olacağını belirtmiştir.

Fraktal geometri, Öklid geometrisinden farklı olarak, doğadaki karmaşık olayların, düzensiz, doğal ve dinamik sistemlerin matematiksel olarak tanımlanması ve karmaşık formların gerçektekine benzer görüntülerinin oluşturulmasında çözüm üreten özel bir geometri dalıdır (Shaohui ve Zhongping, 2013).

Parçalı, kırıklı ve pürüzlü yüzeyler, fraktal geometrinin inceleme konularıdır (Alves ve diğ., 2016). Fraktallar, ana şeklin tekrarlanmasıyla oluşan ve oldukça fazla ayrıntı içeren karmaşık sistemlerdir (Song ve diğ., 2005). Fraktal yapıdaki nesnelerin herhangi bir parçası incelendiğinde, bütün ile benzerlik gösterdiği görülür. Fraktal nesnelerin daha küçük bölümlerinde kendilerini tekrar etmeleri ve bu küçük parçaların da her birinin yeniden incelendiğinde yine sistemin bütünü ile benzerlik göstermesi, kendine benzerlik olarak adlandırılır (Pietronero ve Tosatti, 1986; Kamali ve Jayalalitha, 2018). Fraktallar oluşum çeşidine göre doğal fraktallar ve yapay fraktallar, kendine benzerlik yapılarına göre ise düzenli ve düzensiz fraktallar olarak sınıflandırılırlar (Henderson ve Boje, 2015). Doğadaki birçok nesnenin fiziksel, kimyasal ve biyolojik yapıları, kendini tekrar eden karmaşık formda olduğundan doğal fraktal özellik taşırlar. Örneğin, Öklid geometrisiyle tam olarak modellenemeyen bulutlar, ağaç dalları, dağlar, kıyıları ve akarsular doğal fraktalların en çarpıcı örneklerindedir (Hoggard, 2016). Yapay fraktallar, doğal fraktallardan farklı olarak bilgisayar ortamında belirli matematiksel denklem ve algoritmaların tekrar edilmesiyle oluşturulur ve tekstil, endüstri, mimarlık vb. birçok alanda yaygın olarak kullanılırlar (Ostwald, 2003). Düzenli fraktallar, belirlenmiş bir kural algoritmasının tekrarlanması ile elde edilir ve belirgin bir kendine benzerlik özelliğine sahiptirler. Düzensiz fraktallar ise yapılarında rastgelelik barındırırlar. Doğal fraktallar düzensiz fraktal özelliğinde olduğundan, düzensiz fraktallar genellikle bilgisayar ortamında doğal unsurların görselleştirilmesinde kullanılır (Charkaluk ve diğ., 1998).

Fraktal geometri temelinde geliştirilen fraktal analiz, yeni bir ölçme ve değerlendirme yöntemidir. Fraktal analiz ile nesne biçimlerinin, olay ve olguların karmaşıklık seviyeleri sayısal olarak analiz edilebilmekte ve sonuçlar irdelenebilmektedir (Andronache ve Ciobotaru, 2012). Fraktal analiz kapsamında fraktal boyut ve lakünarite (gözeneklilik) indeksi hesaplanmaktadır (Myint ve diğ., 2006; Karperien ve Jelinek, 2016; Pintiliu ve diğ., 2017).

Mekânsal sistemler, çok yönlü ve dinamik yapıları nedeni ile fraktal sistemlere benzerler. Bu nedenle mekânsal desen özellikleri ve zamansal değişimler fraktal analiz ile irdelenebilmekte, kentsel sistemler farklı yönlerden değerlendirilerek yeni bakış açıları sağlanabilmektedir (Kaya ve Bölen, 2006).

Bu çalışmada, 1990 ve 2012 yılları CORINE (Coordination of Information on the Environment - Çevresel Bilgilerin Koordinasyonu) verilerine göre Samsun ilinde CORINE 2. düzey arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının mekânsal desenlerinin CBS ve fraktal analizin entegrasyonu ile belirlenmesi ve 1990-2012 periyodunda gerçekleşen değişimlerin saptanması amaçlanmıştır.

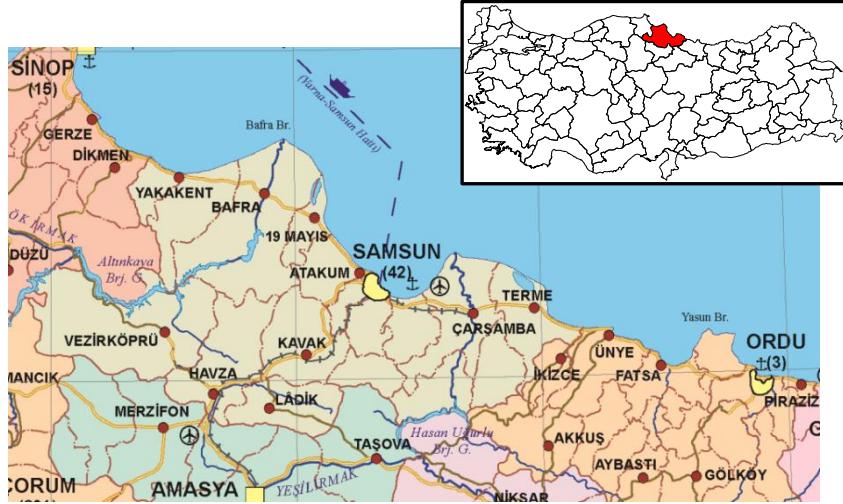
## 2. ÇALIŞMA ALANI

Samsun ili (Şekil 1), 40°50'- 41°51' kuzey enlemleri, 34°25' ve 37°08' doğu boylamları arasında yer alır ve 9579 km<sup>2</sup>'lik bir alana sahiptir (Bozoğlu, 2018). Kuzeyinde Karadeniz'le 210 km'lik oldukça uzun bir kıyı şeridi bulunur. Doğusunda Ordu, batısında Sinop, güneyinde Tokat ve Amasya, Güney batısında ise Çorum illerine komşudur. Samsun, tarım, turizm, ticaret, sanayi ve eğitim fonksiyonlarını etkin bir şekilde yaşatan ve yüksek nüfus artış hızına sahip bir ildir (Hekimoğlu ve diğ., 2007). Samsun'un 4'ü merkez ilçe olan toplam 17 ilçesi vardır. Merkez ilçeleri ile birlikte kentin tümündeki coğrafi şartların uygunluğu, ılıman iklimi, ulaşım kolaylığı gibi faktörler ile Samsun cazip bir yerleşim yeri haline gelmiştir (<http://www.samsun.gov.tr/cografya-yapi>).

Samsun, güneyindeki dağlık kesim, dağlık kesim ile kıyı şeridi arasında kalan yaylalar ve yaylalarla Karadeniz arasındaki kıyı ovaları olmak üzere yeryüzü şekilleri bakımından üç farklı

özellik gösterir. Samsun su kaynakları yönünden oldukça zengin olup, en büyük akarsuları Kızılırmak ve Yeşilirmak'tır. Samsun'da Kızılırmak ve Yeşilirmak akarsularının deltalarında ülkemizin tarımsal potansiyeli en yüksek ovalarından Bafra ve Çarşamba ovaları yer almaktadır. İlin başlıca bitki örtüsünü ormanlar oluşturmaktadır (Hekimoğlu ve diğ., 2007, <http://www.samsun.gov.tr/cografı-yapı>).

Samsun, Karadeniz kıyısındaki en eski yerleşmelerden biridir ve yıllar içinde nüfus artışı, sosyo-ekonomik gelişmeler ve kentleşme nedeniyle önemli değişikliklere uğramıştır. Bu süreçte özellikle kıyı alanları üzerinde yoğunlaşan yerleşim baskısı arazi kullanımı/örtüsü deseninin değişiminde belirleyici rol oynamaktadır (Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü, 2012).



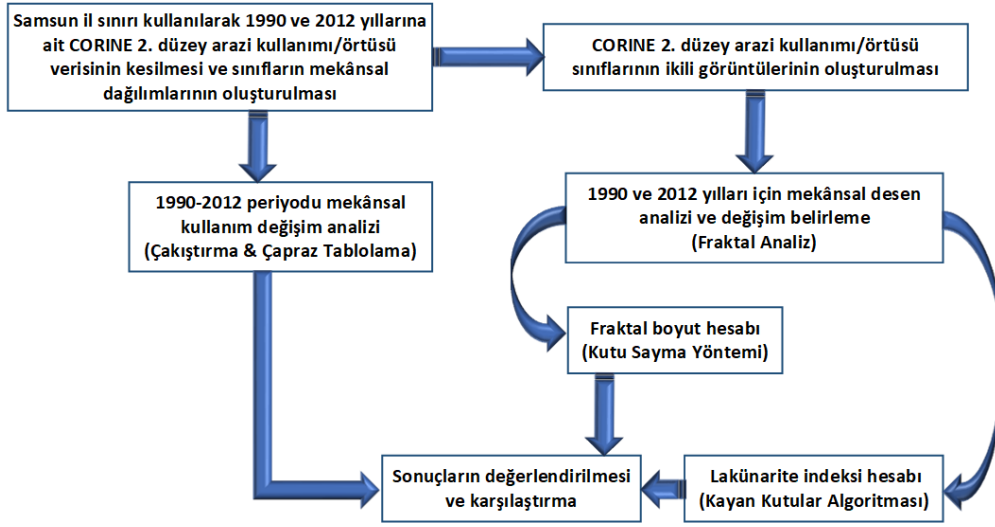
Şekil 1:

Samsun ilinin konumu (<https://www.harita.gov.tr/urun-216-haritasi.html&katid=14>)

TÜİK 2018 verilerine göre Samsun nüfus açısından Türkiye'nin 16. büyük ilidir. Samsun ili nüfusu Karadeniz Bölgesi nüfusunun %17'sini, Türkiye nüfusunun ise %1,6'sını oluşturmaktadır. 2017-2018 için yıllık nüfus artış hızı Türkiye ortalaması %0,14,7 olup Samsun %0,17,2 değeri ile Türkiye ortalamasının üzerindedir. 2018 yılında Türkiye nüfus yoğunluğu 107 kişi/km<sup>2</sup>, Samsun nüfus yoğunluğu 147 kişi/km<sup>2</sup>'dir. Samsun ili yüksek bir nüfus artış potansiyeline sahiptir. 1990 yılında 1.158.400 olan nüfus, 2000 yılında 1.191.926, 2006 yılında 1.223.774, 2012 yılında 1.251.722, 2018 yılında 1.335.716'ya ulaşmıştır (<http://tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=istgosterge>). Samsun'da hızlı nüfus artışına bağlı olarak kentsel alanlar da giderek artış göstermektedir. Bununla birlikte ilde başlangıçta ucuz konutlara yerleşen halk, maddi imkân buldukça kent içinde yer değiştirmektedir. Gerek nüfus artışı gerekse nüfusun il içindeki hareketliliği mekânsal doku özelliklerinin zamansal olarak önemli değişimlere uğramasına yol açmaktadır (Yılmaz, 2008).

### 3. YÖNTEM

Bu çalışmada Samsun ilinin arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının mekânsal desenlerinin ortaya çıkarılarak zamansal değişimlerin tespit edilmesi ve bu değişimlerin neden ve sonuçlarının irdelenmesi hedeflenmiştir. Bu amaçla 1990 ve 2012 yıllarına ait CORINE 2. düzey arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının mekânsal dağılımları oluşturulmuş ve CBS ve fraktal analizin entegrasyonu ile mekânsal desenleri belirlenmiştir. 1990 ve 2012 yılları arasında gerçekleşen mekânsal-zamansal değişimler; alan değişimleri, mekânsal kullanım değişimleri ve mekânsal desen değişimleri olarak irdelenmiştir. Çalışmanın temel işlem adımları Şekil 2'de gösterilmektedir.



**Şekil 2:**  
*Çalışmanın ana işlem adımları*

Analizleri gerçekleştirmek için öncelikle il sınırı verisi kullanılarak 1990 ve 2012 yılları CORINE 2. düzey arazi kullanımı/örtüsü verileri CBS ortamında kesilerek çalışma için gerekli veri seti oluşturulmuştur. 1990 ve 2012 yılları için her bir arazi kullanımı/örtüsü sınıfının alanı hesaplanarak 1990-2012 periyodunda gerçekleşen değişimler belirlenmiştir. 1990-2012 periyodundaki mekânsal kullanım değişimleri (sınıfların diğer sınıflarla olan geçiş miktarları) “çakıştırma (overlay)” ve “çapraz tablolama (cross tabulation)” analizleri ile ortaya çıkarılmıştır. Fraktal analizlerin gerçekleştirilmesi için 1990 ve 2012 yılları CORINE 2. düzey arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının her biri için ikili (binary) görüntüler oluşturulmuştur. İkili görüntülerden kutu sayma yöntemine göre fraktal boyut, kayan kutular algoritmasına göre lakünarite indeksi hesaplanmış ve arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının mekânsal desenleri belirlenmiştir. Fraktal boyut ile parçalanma/kompaktlaşma ve lakünarite indeksi ile heterojenlik/homojenlik derecesi irdelenmiştir. Son olarak, 1990-2012 arasında toplam 22 yılda ortaya çıkan değişimlerin nedenleri ve sonuçları tartışılmıştır.

Verilerin hazırlanması ve CBS analizleri ArcGIS 10.2 (Esri, Redlands, CA) yazılımı, fraktal analizler ise ImageJ (National Institutes of Health, USA) üzerinde çalışan FracLac eklentisi kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

### 3.1. Veri

Çalışmada 1990 ve 2012 yıllarına ait CORINE 2. düzey arazi kullanımı/örtüsü verileri kullanılmıştır.

CORINE, Avrupa Çevre Ajansına (AÇA) üye olan ülkelerde arazideki mekânsal örtü ve kullanım değişimlerinin izlenmesi, doğal kaynakların rasyonel yönetimi, çevresel politikaların oluşturulması, etkin ve sürdürülebilir bir arazi yönetimi amacıyla oluşturulan arazi kullanımı/örtüsü envanteridir (Çivi ve diğ., 2009; Özür ve Ataoğlu, 2018; <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/amac.html>). AÇA'ya üye tüm ülkeler genelinde, düzenli zaman aralıklarında standart veri üretimini hedefleyen CORINE sisteminde, uzaktan algılama ve CBS'ye dayalı metodoloji kullanılmakta olup üretilen arazi kullanımı/örtüsü haritalarında en küçük haritalama birimi 25 ha, en küçük değişim haritalama birimi 5 ha ve piksel boyutu 100 m'dir. AÇA'nın belirlediği kriterler ve sınıflandırma doğrultusunda şu ana kadar 1990, 2000, 2006, 2012 ve 2018 yılları için haritalar üretilmiştir (<https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>). Türkiye için, CORINE 2018 tamamlanmadığından, çalışma 1990 ve 2012 yıllarına ait veriler kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

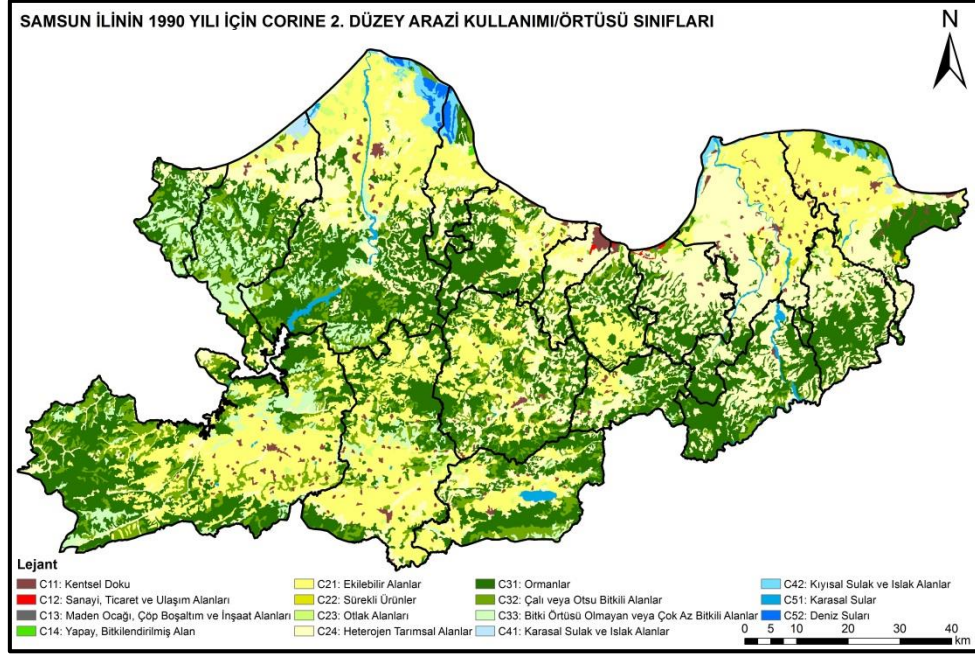
CORINE arazi kullanımı/örtüsü sınıflandırması, AÇA tarafından belirlenmiş olan üç hiyerarşik düzeyden oluşmaktadır. Birinci düzeyde 5, ikinci düzeyde 15, üçüncü düzeyde ise 44 adet arazi kullanımı/örtüsü sınıfı bulunmaktadır. Ayrıca, ülkeler daha detaylı sınıfları 4. düzey olarak ekleyebilmektedirler (Özür ve Ataoğlu, 2018; <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/amac.html>). Çalışmada kullanılan CORINE 2. düzey arazi kullanımı/örtüsü sınıfları ve açıklamaları Tablo 1'de yer almaktadır.

**Tablo 1. CORINE 2. düzey arazi kullanımı/örtüsü sınıfları**  
(<https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/amac.html>)

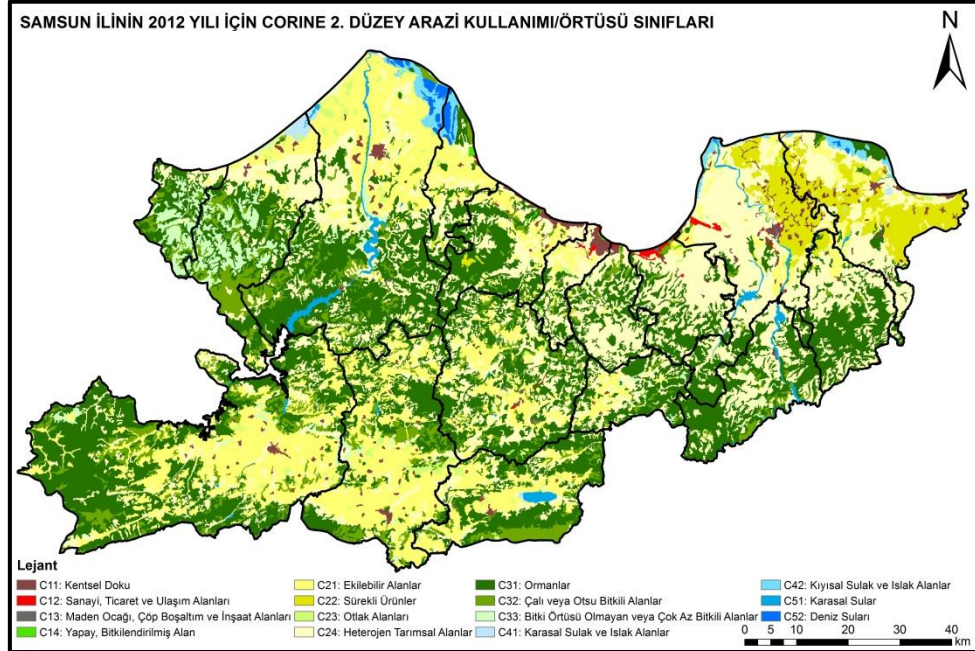
CORINE Sınıfı (Kod) Ad	Açıklama
(C11) <i>Kentsel doku</i>	Konutlar ve bunlara ilişkin servis yolları, otoparklar gibi ek kullanım üniteleri.
(C12) <i>Sanayi, ticaret ve ulaşım alanları</i>	Endüstriyel alanlar, ticaret alanları, karayolu ve raylı ulaşım ağları, havalimanları, nehir ve deniz limanları ve bu tesislerin ilgili arazileri ve erişim altyapıları.
(C13) <i>Maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları</i>	Maden çıkarma faaliyet alanları, inşaat alanları, katı atık depolama alanları ve bu tesislerin ilgili arazileri ve erişim altyapıları.
(C14) <i>Tarımsal olmayan yeşil alanlar</i>	Rekreasyon amacıyla kullanılan yeşil alanlar, sosyal donatı özellikli parklar, spor ve eğlence tesisleri.
(C21) <i>Ekilebilir alanlar</i>	Dönüşümlü olarak yıllık hasat yapılan ekin alanları, nadasa bırakılan araziler, su kullanımının yoğun olduğu çeltik vb. ürün alanları ve sulak arazi ekin alanları.
(C22) <i>Sürekli ürünler</i>	Kalıcı olarak ekimi yapılan ekinlerle kaplı alanlar, odunsu gövdeli ekin alanları, meyve bahçeleri, zeytinlikler, kestane-ceviz bahçeleri, bağlar, meyve ağaçları vb. meyve üretimi arazileri.
(C23) <i>Otlak alanları</i>	Saman/yem üretimi için sürekli (en az 5 yıl) kullanılan araziler, doğal, ekili ve zirai otsu bitkiler ve çayırılar.
(C24) <i>Heterojen tarımsal alanlar</i>	Sürekli ürünlerle aynı parselde bulunan senelik ürün tarlaları, orman ağaçları altında yapılan senelik ekin tarımı alanları, ekinlerin doğal bitki örtüsü ile iç içe geçtiği alanlar.
(C31) <i>Ormanlar</i>	Ormanlar ve kereste veya diğer orman endüstrisi ürünleri için kullanılan ağaçlıklarla kaplı alanlar.
(C32) <i>Çalı veya otsu bitkili alanlar</i>	Yapraklarını döken, bodur, iğne yapraklı ağaç, maki ve çalılıklar tarafından kaplanan alanlar, tundralar, yapraklarını dökmeyen çalılar, otlaklar.
(C33) <i>Bitki örtüsü olmayan veya çok az bitkili açık alanlar</i>	Bitki örtüsü ile kaplı olmayan veya az miktarda bitki örtüsüne sahip doğal alanlar.
(C41) <i>Karasal sulak ve ıslak alanlar</i>	Yılın büyük bir bölümünde, tatlı-tuzlu-durgun sular tarafından su altında kalan alanlar, nehir, dere, bataklık ve göl kıyılarındaki bitki örtüsü.
(C42) <i>Kıyusal sulak ve ıslak alanlar</i>	Kıyılarda bulunan lagünler ve göletler.
(C51) <i>Karasal sular</i>	Akarsular, göller, barajlar, göletler, havuzlar, su kanalları.
(C52) <i>Deniz suları</i>	Okyanus ve kıta sahanlığı suları, koylar ve dar kanallar, körfezler.

### 3.2. Mekânsal Dağılımların Oluşturulması, Alan ve Mekânsal Kullanım Değişimlerinin Belirlenmesi

1990 ve 2012 yıllarına ait CORINE 2. düzey verileri, Samsun il sınırı verisi kullanılarak kesilmiş ve mekânsal dağılım verileri hazırlanmıştır. Şekil 3 ve 4, Samsun ilinin sırasıyla 1990 ve 2012 yılları için CORINE 2. düzey sınıflarının mekânsal dağılımlarını göstermektedir.



**Şekil 3:**  
*Samsun ilinde 1990 yılı CORINE 2. düzey sınıfları*

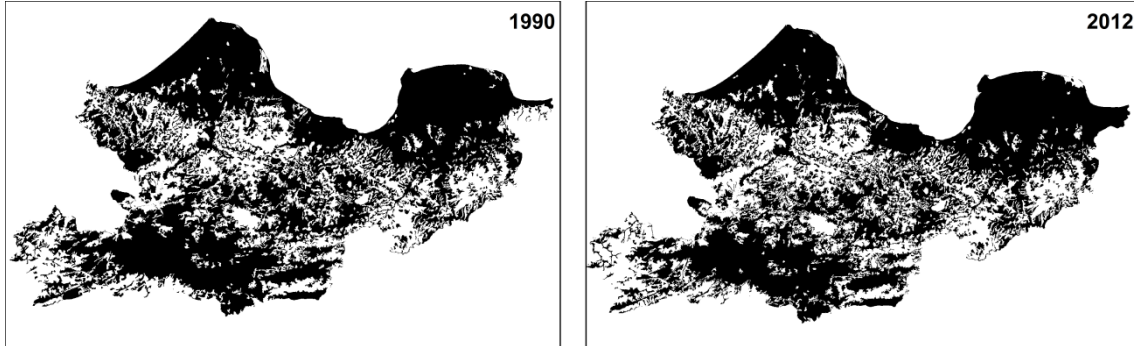


**Şekil 4:**  
*Samsun ilinde 2012 yılı CORINE 2. düzey sınıfları*

Arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının CBS ortamında alanları sorgulanmış ve 1990-2012 periyodundaki değişimleri hesaplanmıştır. CBS ortamında çakıştırma analizi yapılmış ve çapraz tablolama ile arazi kullanımı/örtüsü sınıflarından birbirlerine dönüşüm miktarları hesaplanmıştır. Çakıştırma analizi CBS'nin en çok kullanılan analizlerinden biridir. İki veya daha fazla katmanın üst üste bindirilerek çakıştırılan alanlarda verinin entegrasyonuna dayanır. Çapraz tablolama, çakıştırma analizleri ile birlikte yürütülen ve iki CBS katmanından birini referans alarak dönüşen alanların özetlenmesine olanak sağlayan bir yaklaşımdır (Bonham-Carter, 1994; Rubin, 2012).

### 3.3. Fraktal Analiz

1990 ve 2012 yıllarına ait CORINE 2. düzey verilerinde yer alan arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının fraktal analizinde kullanılmak üzere Samsun ilinde her bir sınıf için (C11, C12, C13, C14, C21, C22, C23, C24, C31, C32, C33, C41, C42, C51, C52) ikili görüntüler (incelenen sınıf 1, geri kalan kısım 0 olarak kodlanmıştır) oluşturulmuştur. Şekil 5'te CORINE C31 sınıfı için oluşturulan ikili görüntüler verilmektedir. Fraktal analiz ile her sınıf için mekânsal desen özellikleri belirlenmiş ve zamansal değişimler irdelenmiştir. Fraktal analiz kapsamında fraktal boyut kutu sayma yöntemiyle, laküarite indeksi kayan kutular algoritmasıyla hesaplanmıştır. Arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının parçalanma/kompaktlaşma derecesi fraktal boyut ile, heterojenlik/homojenlik derecesi laküarite indeksi ile belirlenmiştir. Analizlerde maksimum ve minimum kutu boyutunun belirlenmesinde literatür dikkate alınarak (FracLac Advanced User's Manual, 2004; Terzi ve Kaya, 2008) minimum grid boyutu 3 piksel ve maksimum grid boyutu görüntünün % 45'i olarak belirlenmiştir. Analizlerde 10 farklı grid konumu için fraktal değerler hesaplanarak ortalama alınmıştır.



Şekil 5:  
Samsun ili CORINE C31 sınıfı ikili görüntüleri

#### 3.3.1. Fraktal Boyut

Fraktal boyut, Öklid geometrisinde tam sayılarla ifade edilen boyutlardan farklı olarak ondalıklı değerlerle ifade edilir (Franceschetti ve Riccio, 2006; Uyar ve Öztürk, 2017). Fraktal analizler için ana parametre olan fraktal boyutların incelenmesiyle, nesnelere, olaylar ve olgular birbirleriyle karşılaştırılabilir. Komplekslik derecesi ile fraktal boyut değeri doğru orantılı olduğundan, fraktal boyutu düşük olan nesnelere daha basit, fraktal boyutu yüksek olan nesnelere ise daha parçalı ve kompleks yapıları oldukları şeklinde yorum yapılabilir (Torrens ve Alberti, 2000; Hu ve diğ., 2015).

Fraktal boyut hesabı için Hausdorff-Besicovitch Boyutu, Benzerlik Boyutu, Richardson Metodu ve Kutu Sayma Yöntemi gibi birçok yöntem tanımlanmış olmasına karşın en yaygın kullanılan yöntem Kutu Sayma Yöntemidir (Shen, 2002; Peitgen ve diğ., 2004; De Castro, 2006). Kutu sayma yönteminde incelenen nesne görüntüsü sabit kenar uzunluklu grid hücreleri ile kaplanır ve içi dolu olan gridler sayılır. Daha sonra gridlerin boyutları değiştirilerek bu işlemler tekrarlanır. Grid boyutundaki değişim ile grid sayılarındaki değişimin logaritmik oranı



fraktal boyut değerini vermektedir (Morency ve Chapleau, 2003; Peitgen ve diğ., 2004). Burada dikkat edilmesi gereken husus, gridlerin konumunun yer değiştirmesi durumunda dolu kutuların sayılarının değişmesi ve dolayısıyla fraktal boyutun farklı çıkmasıdır. Bu durumun kontrolü, farklı kutu konumlarına göre elde edilecek sonuçların ortalamasının alınmasıyla mümkündür (Wahl ve diğ., 1994; Kaya ve diğ., 2009). Kutu sayma yöntemine göre fraktal boyut hesabı Eşitlik 1’de verilmektedir.

$$D_B = (\log N_2 - \log N_1) / (\log S_2 - \log S_1) \quad (1)$$

Burada;  $D_B$  kutu sayma yöntemiyle elde edilen fraktal boyut,  $N$  kutu sayısı,  $S$  kutu boyutunu ifade etmektedir.

### 3.3.2. Laküarite İndeksi

Laküarite, boşluk boyutlarının dağılımını temsil eder. Homojen dağılım gösteren nesnelere laküarite değeri düşük, heterojen özellik gösteren nesnelere laküarite değeri yüksektir (Dong, 2000). Laküarite indeksi, fraktal boyutun tamamlayıcısı olan bir parametredir ve genellikle kutu sayma yöntemiyle fraktal analiz gerçekleştirilirken hesaplanır (Karperien ve Jelinek, 2016). Laküarite indeksinin hesaplanmasında en yaygın yöntem, kayan kutular algoritmasıdır. Bu yöntemde  $r \times r$  boyutlu kutu görüntünün sol üst köşesine yerleştirilerek kutu içerisinde kalan dolu piksellerin sayısı belirlenir. Daha sonra kutu sistematik şekilde bir sütun sağa kaydırılarak kutunun her konumu için dolu piksellerin sayıları hesaplanır. Satır bitiminde bir alt satırdan işlemlere devam edilir. Kutunun toplam konum sayısı  $N(r)$ ,  $r$  boyutlu kutuda  $S$  adet dolu piksel bulunan kutu konumu sayısı  $n(S,r)$  olmak üzere Eşitlik 2 kullanılarak  $Q(S,r)$  değeri hesaplanır.  $Q(S,r)$  ve  $S$  değerlerine göre Eşitlik 3 ve 4’te belirtilen 1. ve 2. istatistiksel momentler belirlenir. Eşitlik 5’e göre 1. ve 2. istatistiksel momentlerden laküarite indeksi değeri ( $\Lambda$ ) hesaplanır (Allain ve Cloitre, 1991).

$$Q(S, r) = n(S, r) / N(r) \quad (2)$$

$$Z_1 = \sum S Q(S, r) \quad (3)$$

$$Z_2 = \sum S^2 Q(S, r) \quad (4)$$

$$\Lambda(r) = Z_2 / Z_1^2 \quad (5)$$

## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Çalışmanın bulgularının daha anlaşılır sunulması amacıyla mekânsal kullanım değişimleri ve fraktal analiz sonuçları ayrı başlıklar halinde ele alınmıştır.

### 4.1. Mekânsal Kullanım Değişimleri

Samsun ilinde 1990 ve 2012 yılları için CORINE 2. düzey arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının alan değerleri ve 1990-2012 periyodunda gerçekleşen değişimler Tablo 2’de yer almaktadır. Tablo 2 incelendiğinde, yapılaşmış alanların (C11, C12, C13, C14) tamamında önemli artışlar görülmektedir. CORINE verilerine göre 1990 yılında 13830 ha olan kentsel doku sınıfı (C11) 1990-2012 periyodunda 459 ha artış göstererek 2012 yılında 14289 ha’ya ulaşmıştır. Sanayi, ticaret ve ulaşım alanları sınıfı (C12) ise 1990-2012 periyodunda 622 ha’dan 2075 ha’ya ulaşmıştır. Maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları sınıfı (C13) 397 ha artış gösterirken tarımsal olmayan yeşil alanlar sınıfı (C14) 70 ha artmıştır. Alan artışının olduğu diğer sınıflar sürekli ürünler (C22), otlak alanları (C23), heterojen tarımsal alanlar (C24), ormanlar (C31), karasal sulak ve ıslak alanlar (C41), karasal sular (C51) ve deniz sularıdır (C52). Alanında azalma olan sınıflar ise; ekilebilir alanlar (C21), çalı veya otsu bitkili alanlar (C32), bitki örtüsü olmayan veya çok az bitkili alanlar (C33) ve kıyısal sulak ve ıslak alanlardır (C42).

**Tablo 2. Samsun ili CORINE 2. düzey arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının alanları (1990 ve 2012) ve zamansal değişimler**

Sınıf kodu	Sınıf adı	Alan (ha)		Değişim (ha)
		1990	2012	
C11	Kentsel doku	13830	14289	459
C12	Sanayi, ticaret ve ulaşım alanları	622	2075	1453
C13	Maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları	372	769	397
C14	Tarımsal olmayan yeşil alanlar	434	504	70
C21	Ekilebilir alanlar	250144	195959	-54185
C22	Sürekli ürünler	1088	37172	36084
C23	Otlak alanları	7264	8585	1321
C24	Heterojen tarımsal alanlar	216107	252559	36452
C31	Ormanlar	310605	325299	14694
C32	Çalı veya otsu bitkili alanlar	79852	66719	-13133
C33	Bitki örtüsü olmayan veya çok az bitkili alanlar	52109	26235	-25874
C41	Karasal sulak ve ıslak alanlar	1879	2014	135
C42	Kıyusal sulak ve ıslak alanlar	7822	7398	-424
C51	Karasal sular	8790	11270	2480
C52	Deniz suları	3945	4016	71

Samsun ilinde çakıştırma ve çapraz tablolama sonucunda elde edilen 1990-2012 periyodu mekânsal kullanım değişimleri Tablo 3'te gösterilmiştir. Tablo 3 incelendiğinde, 1990-2012 periyodunda kentsel doku sınıfında (C11) gerçekleşen dönüşümlerin önemli kısmını ekilebilir alanlar sınıfı (C21) ve heterojen tarımsal alanlar sınıfı (C24) oluşturmaktadır. Bu dönüşümün karşılıklı geçişler şeklinde olduğu, yani ekilebilir alanlar (C21) sınıfı ve heterojen tarımsal alanlar sınıfından (C24) kentsel doku sınıfına (C11) sırasıyla 1541 ha ve 2658 ha dönüşüm yaşanırken, benzer şekilde kentsel doku sınıfından (C11) ekilebilir alanlar sınıfı (C21) ve heterojen tarımsal alanlar sınıfına (C24) sırasıyla 859 ha ve 2820 ha dönüşüm gerçekleştiği anlaşılmaktadır.

**Tablo 3. Samsun ili CORINE 2. düzey sınıfları arasında 1990-2012 periyodunda gerçekleşen değişimler (ha)**

Sınıf	2012																Σ
	C11	C12	C13	C14	C21	C22	C23	C24	C31	C32	C33	C41	C42	C51	C52		
1990	C11	9725	29	1	64	859	284	1	2820	16	9	21	0	0	1	0	13830
	C12	11	599	2	5	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	0	622
	C13	0	140	164	0	0	0	0	6	6	1	0	30	0	25	0	372
	C14	34	16	0	333	32	15	0	4	0	0	0	0	0	0	0	434
	C21	1541	56	27	0	173021	23528	825	45749	2178	2669	282	29	3	236	0	250144
	C22	2	0	0	0	33	1041	0	12	0	0	0	0	0	0	0	1088
	C23	20	147	14	0	753	119	5709	192	96	116	38	57	0	3	0	7264
	C24	2658	682	154	68	15029	3627	393	184392	3623	3310	201	0	17	1953	0	216107
	C31	60	113	78	0	1670	8055	37	3958	292298	4143	116	0	2	73	2	310605
	C32	206	237	217	30	2395	320	1159	8223	25619	40946	93	0	4	403	0	79852
	C33	25	22	85	0	1957	44	460	7016	1395	15520	25330	1	31	197	26	52109
	C41	0	0	0	0	0	18	0	51	0	0	0	1808	0	2	0	1879
	C42	0	22	0	0	101	3	0	86	66	0	92	0	7334	1	117	7822
	C51	6	2	27	0	109	118	1	38	2	5	2	89	4	8376	11	8790
	C52	1	10	0	4	0	0	0	7	0	0	60	0	3	0	3860	3945
	Σ	14289	2075	769	504	195959	37172	8585	252559	325299	66719	26235	2014	7398	11270	4016	954863

#### 4.2. Fraktal Analiz Sonuçları

Samsun ilinin CORINE 2. düzey arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının 1990 ve 2012 yıllarındaki mekânsal desenlerini belirlemek ve 1990-2012 periyodunda yaşanan değişimleri

irdelemek için hesaplanan fraktal boyut ve laküarite indeksi değerleri Tablo 4'te yer almaktadır.

**Tablo 4. Samsun ili CORINE 2. düzey arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının fraktal boyut ve laküarite indeksi değerleri (1990 ve 2012) ve zamansal değişimler**

Sınıf	1990		2012		Değişim	
	$D_B$	$\Lambda$	$D_B$	$\Lambda$	$\Delta D_B$	$\Delta \Lambda$
C11	1,1839	0,9588	1,1585	1,5035	-0,0254	0,5447
C12	0,7510	1,0277	0,7131	2,7470	-0,0379	1,7193
C13	0,5537	0,5547	0,5307	0,5950	-0,0230	0,0403
C14	0,5912	0,9053	0,6864	0,8688	0,0952	-0,0365
C21	1,5898	0,8230	1,5623	1,0358	-0,0275	0,2128
C22	0,7963	0,8173	1,4731	1,0637	0,6768	0,2464
C23	1,0054	1,3189	1,0505	1,2382	0,0451	-0,0807
C24	1,6200	1,0704	1,6696	0,8902	0,0496	-0,1802
C31	1,6744	0,6646	1,6790	0,7060	0,0046	0,0414
C32	1,5013	0,7993	1,4779	1,1067	-0,0234	0,3074
C33	1,3234	2,4315	1,1589	3,9554	-0,1645	1,5239
C41	0,8232	1,7356	0,6395	2,3413	-0,1837	0,6057
C42	1,1365	1,0545	1,1319	1,1079	-0,0046	0,0534
C51	0,9981	1,2551	1,7678	0,3729	0,7697	-0,8822
C52	0,9314	5,2284	0,9271	4,8423	-0,0043	-0,3861

Tablo 4 incelendiğinde; 1990 ve 2012 yıllarının her ikisinde de en düşük fraktal boyut maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları sınıfında (C13) görülmüştür. 1990 yılında 0,5537 olan fraktal boyut, 2012 yılında 0,5307 değerine düşmüştür. En yüksek fraktal boyut 1990 yılında 1,6744 değeriyle ormanlar sınıfında (C31) görülürken ve 2012 yılında 1,7678 değeriyle karasal sular sınıfında (C51) gerçekleşmiştir. En düşük laküarite 1990 yılında 0,5547 değeriyle maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları sınıfında (C13) görülürken, 2012 yılında 0,3729 değeriyle karasal sular sınıfında (C51) gerçekleşmiştir. En yüksek laküarite 1990 yılı için 5,2284 ve 2012 yılı için 4,8423 değerleriyle deniz suları sınıfında (C52) görülmüştür. 1990-2012 periyodunda hem fraktal boyutun hem de laküaritenin arttığı sınıflar, sürekli ürünler (C22) ve ormanlardır (C31). Hem fraktal boyutun hem de laküaritenin aynı anda azaldığı sınıf deniz sularıdır (C52). Fraktal boyut artarken laküaritenin azaldığı sınıflar, tarımsal olmayan yeşil alanlar (C14), otlak alanları (C23), heterojen tarımsal alanlar (C24) ve karasal sular (C51) sınıflarıdır. Fraktal boyut azalırken laküaritenin arttığı sınıflar, kentsel doku (C11), sanayi, ticaret ve ulaşım alanları (C12), maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları (C13), ekilebilir alanlar (C21), çalı veya otsu bitkili alanlar (C32), bitki örtüsü olmayan veya çok az bitkili alanlar (C33), karasal sulak ve ıslak alanlar (C41), kıyısal sulak ve ıslak alanlardır (C42). 1990-2012 periyodunda yapay alanlardaki değişim ayrıntılı ele alındığında kentsel dokunun (C11) fraktal boyut değeri 1,1839'den 1,1585'e düşmüştür. Laküarite indeksi değeri ise 0,9588'den 1,5035'e çıkmıştır. Kentsel dokudaki 459 ha alansal artış fraktal boyutta kısmi bir azalmaya neden olmuştur. Buna göre il bütününde kısmen daha kompakt ancak daha heterojen bir mekânsal desen oluşmuştur. Sanayi, ticaret ve ulaşım alanlarının (C12) fraktal boyutu 0,7510'dan 0,7131'e düşerken, laküarite indeksi ise 1,0277'den 2,7470'e yükselmiştir. Burada da kentsel doku sınıfında (C11) olduğu gibi alansal artışlar, daha kompakt yapıda gerçekleşmiş ancak il bütününde heterojen bir dağılım oluşmuştur. İmar planlarının etkisi ile kent içinde konutların zemin katlarında yer alan sanayi alanlarının, organize sanayi alanları olarak belirlenen bölgelere taşınmaları ile alansal artış yaşanırken, parçalı ve dağınık tesislerin bir arada toplanması kompakt bir yapı oluşturmuş, böylece fraktal boyut azalmıştır. Ancak daha

heterojen dağılımın gerçekleşmesi laküarite indeksini arttırmıştır. Maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları sınıfında (C13) ise fraktal boyut değerinin 0,5537'den 0,5307'ye düştüğü, laküarite indeksi değerinin 0,5547'den 0,5950'ye yükseldiği belirlenmiştir. Bu değişim değerlendirildiğinde; Samsun'da artan nüfusa bağlı olarak inşaat sahalarındaki artış ve konut yapımında meydana gelen artışın karşılanabilmesi amacıyla hammadde üretim merkezleri, taş ocakları gibi alanlarda meydana gelen artışlar ve yine sanayi alanlarının ihtiyacı olan depolama bölgelerinin düzenlenmesi, sınıfın alansal artışının daha kompakt ancak daha heterojen bir desen oluşturmasına neden olmuştur. Tarımsal olmayan yeşil alanlar sınıfı (C14) incelendiğinde; 1990-2012 periyodunda alansal artışla fraktal boyutunun arttığı ancak laküarite indeksinin azaldığı görülmüştür. Artan nüfus ile birlikte ortaya çıkan yeşil alan ihtiyacının oluşturulan yapay tesislerden karşılanması amacıyla yapılan tesisler sınıfın kompleksliğini, parçalılığını arttırmış ve fraktal boyutta artışa neden olmuştur. Ancak alansal artışla daha homojen alanlar olduğundan laküarite indeksi azalmıştır.

1990-2012 periyodunda Samsun ilinde yapay alanları oluşturan kentsel doku (C11), sanayi, ticaret ve ulaşım alanları (C12) ve maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları (C13) sınıflarının fraktal boyutu azalırken laküarite indeksi artmıştır. Ancak tarımsal olmayan yeşil alanlar sınıfında (C14) bunun tersi olarak fraktal boyut artarken laküarite indeksi azalmıştır.

Ekilebilir alanlar sınıfı (C21) incelendiğinde; 1990-2012 periyodunda gerçekleşen alansal azalışla fraktal boyut azalırken laküarite indeksinin arttığı görülmüştür. Kentleşmeyle birlikte kentsel alanlara dönüşüm gerçekleşirken ekilebilir alan sınıfı alansal olarak önemli derecede azalma göstermiştir. Bu değişimin artan nüfusa bağlı olarak küçük parsellerde bahçe ve tarla niteliğinde üretim yapılan alanların imara konu edilmesi ile birlikte meydana geldiği düşünülmektedir. Küçük tarım parsellerinin kaybolması sınıfın daha kompakt bir yapı kazanmasını sağlamıştır. Ancak değişimler mekânsal olarak homojen gerçekleşmediği için laküarite artmıştır.

Sürekli ürünler sınıfı (C22) incelendiğinde; 1990-2012 periyodunda alansal artışla hem fraktal boyutun hem de laküarite indeksinin arttığı görülmüştür. Özellikle 2000 yılından sonra uzun ömürlü odunsu bitkiler üzerine yapılan tarıma birçok kamu kurumları tarafından sağlanan hibe kredi destekleri ile üreticilerin yıllık hasat yapılan ekinler yerine bu alana yönlendirilmesinin sınıfın alansal artışına neden olduğu, bu artışın ilin tümü için değerlendirildiğinde daha karmaşık, parçalı ve heterojen bir desen yarattığı düşünülmektedir.

Otlak alanları sınıfı (C23) incelendiğinde; 1990-2012 periyodunda gerçekleşen alansal artışla fraktal boyut artarken, laküarite indeksinin azaldığı görülmüştür. Tarımda makineleşmenin artması ve üreticinin yeniden hayvancılığa yönelmesiyle yem ve ot üretimi için ekim yapılan alanların arttığı, bu alansal artış gerçekleşirken sınıf deseninin daha parçalı ve kompleks olduğu, bununla birlikte otlak alanlarının daha homojen yayılım gösterdiği belirlenmiştir.

Heterojen tarımsal alanlar sınıfı (C24) incelendiğinde; 1990-2012 periyodunda gerçekleşen alansal artışla fraktal boyut artarken, laküarite indeksinin azaldığı görülmüştür. Alansal artışla sınıfın daha parçalı ve kompleks, aynı zamanda daha homojen bir desen oluşturduğu anlaşılmaktadır.

Orman alanları sınıfı (C31) incelendiğinde; 1990-2012 periyodunda gerçekleşen alansal artışla hem fraktal boyut hem de laküarite indeksi artış göstermiştir. Kereste ve endüstriyel faaliyetler için kontrollü kesimi yapılan ağaçlar yerine yapılan fidanlamalar sayesinde alansal artışlar gerçekleşirken daha parçalı ve kompleks bir yapı oluşmuştur. Aynı zamanda değişimlerin dağılımının heterojen oluşu laküarite indeksini arttırmıştır.

Çalı veya otsu bitkili alanlar sınıfı (C32) incelendiğinde; 1990-2012 periyodunda alansal azalma ile birlikte fraktal boyut azalırken laküarite indeksinin arttığı görülmüştür. Sınıf deseni daha kompakt ancak daha heterojen olacak şekilde değişmiştir.

Bitki örtüsü olmayan veya çok az bitkili alanlar sınıfı (C33) incelendiğinde; 1990-2012 periyodunda alansal azalma ile fraktal boyut azalırken laküarite indeksinin arttığı görülmüştür. Sınıf deseni daha kompakt ancak daha heterojen olacak şekilde değişmiştir.

Karasal sulak ve ıslak alanlar sınıfı (C41) incelendiğinde; 1990-2012 periyodunda alansal artış ile fraktal boyut azalırken laküarite indeksinin arttığı görülmüştür. Sınıf deseni daha kompakt ancak daha heterojen olacak şekilde değişmiştir.

Kıyısız sulak ve ıslak alanlar sınıfı (C42) incelendiğinde; 1990-2012 periyodunda alansal azalma ile fraktal boyut azalırken laküarite indeksinin arttığı görülmüştür. Sınıf deseni daha kompakt ancak daha heterojen olacak şekilde değişmiştir.

Karasal sular sınıfı (C51) incelendiğinde; 1990-2012 periyodunda alansal artış ile fraktal boyut artarken laküarite indeksinin azaldığı görülmüştür. Tarımsal üretimin desteklenmesi amacıyla yapılan sulama amaçlı baraj gölleri, göletler ve sulama kanallarının etkisiyle fraktal boyutun arttığı düşünülmektedir. Alansal değişimlerin daha homojen desen yaratması laküarite indeksini azaltmıştır.

Deniz suları sınıfı (C52) incelendiğinde; 1990-2012 periyodunda gerçekleşen alansal artışla hem fraktal boyut hem de laküarite indeksi azalmıştır. Kıyılardaki dolgu gibi işlemlerin kıyı girinti çıkıntılarını azaltarak fraktal boyutun azalmasında etkili olduğu düşünülmektedir. Değişimlerin homojen oluşu laküarite indeksini azaltmıştır.

## 5. SONUÇLAR

Şehirlerdeki mekânsal-zamansal değişimler, sadece arazi kullanımı/örtüsündeki alansal değişimler ve mekânsal kullanım değişimleri olarak değerlendirilmemelidir. Fiziksel dokuyu tanımlayan yapılaşmış alanlar, tarımsal alanlar, ormanlar, sulak alanlar ve su yapıları gibi doğal ve yapay unsurların alansal ve mekânsal kullanım değişimlerinin yanı sıra mekânsal desen özelliklerinin belirlenmesi ve değişimlerin analizi, mekânsal yapının daha iyi anlaşılmasına, değişimlerin neden ve sonuçlarının daha iyi yorumlanmasına olanak vermekte ve etkin planlama için önemli veriler sağlamaktadır.

Bu çalışmada Samsun ilinde arazi kullanımı/örtüsündeki mekânsal-zamansal değişimlerin belirlenmesinde alansal değişimler ve mekânsal kullanım değişimlerine ilave olarak fraktal analiz ile mekânsal desen özelliklerindeki değişimler araştırılmıştır. Bu amaçla 1990 ve 2012 yılları CORINE 2. düzey arazi kullanımı/örtüsü verileri kullanılmış, arazi kullanımı/örtüsü sınıflarının parçalanma özellikleri fraktal boyut, heterojenliği laküarite indeksi ile incelenmiştir.

Analiz sonuçlarına göre;

- 1990-2012 periyodunda kentsel doku (C11), sanayi, ticaret ve ulaşım alanları (C12), maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları (C13), tarımsal olmayan yeşil alanlar (C14), sürekli ürünler (C22), otlak alanları (C23), heterojen tarımsal alanlar (C24), ormanlar (C31), karasal sulak ve ıslak alanlar (C41), karasal sular (C51) ve deniz suları (C52) sınıflarında alansal artış, ekilebilir alanlar (C21), çalı veya otsu bitkili alanlar (C32), bitki örtüsü olmayan veya çok az bitkili alanlar (C33) ve kıyısız sulak ve ıslak alanlar (C42) sınıflarında alansal azalma gerçekleştiği tespit edilmiştir.
- 1990 yılında en yüksek fraktal boyut 1,6744 değeriyle ormanlar sınıfında (C31), en düşük fraktal boyut 0,5537 değeriyle maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları sınıfında (C13) görülmüştür.
- 2012 yılında en yüksek fraktal boyut 1,7678 değeriyle karasal sular sınıfında (C51), en düşük fraktal boyut 0,5307 değeriyle maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları sınıfında (C13) görülmüştür.
- 1990 yılında en yüksek laküarite indeksi 5,2284 değeriyle deniz suları sınıfında (C52), en düşük laküarite indeksi 0,5547 değeriyle maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları sınıfında (C13) görülmüştür.

- 2012 yılında en yüksek lakünerite indeksi 4,8423 değeriyle deniz suları sınıfında (C52), en düşük lakünerite indeksi 0,3729 değeriyle karasal sular sınıfında (C51) görülmüştür.

Buna göre; 1990 yılında en karmaşık ve parçalı sınıf ormanlar (C31) ve en kompakt sınıf maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları (C13) iken, 2012 yılında en karmaşık ve parçalı sınıf karasal sular (C51) ve en kompakt sınıf 1990 yılında olduğu gibi maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları (C13) sınıfıdır. 1990 yılında en heterojen sınıf deniz suları (C52) ve en homojen sınıf maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları (C13) iken, 2012 yılında en heterojen sınıf 1990 yılında olduğu gibi deniz suları (C52) ve en homojen sınıf karasal sular (C51) sınıfıdır. Bu bulgulara göre maden ocağı, çöp boşaltım ve inşaat alanları (C13) 1990 yılında en kompakt ve en homojen sınıf olmuştur. 2012 yılında ise en karmaşık ve parçalı özellik gösteren karasal sular (C51) aynı zamanda en homojen sınıf olmuştur

Çalışmanın bulguları Samsun ili mekânsal dinamikleri için bir envanter oluşturmuş, klasik yöntemlerle elde edilen mekânsal değişim analizlerine ilave olarak yeni ve tamamlayıcı bilgiler sağlamıştır. Çalışmanın sonucunda; arazi kullanımı/örtüsündeki alansal değişimler ve mekânsal kullanım değişimlerine ek olarak mekânsal desenin fraktal analiz ile araştırılmasının antropojenik faaliyetlerin mekânsal desen üzerindeki etkilerinin araştırmasında ve mekânsal dinamiklerdeki eğilimlerin belirlenmesinde önemli bakış açıları kazandıracığı ortaya konulmuştur. Analizde kullanılan CORINE verileri Avrupa ölçeğinde veriler olduğundan, aynı veri seti üzerinden gerçekleştirilecek fraktal analizlerle bölgesel karşılaştırmaların yapılması mümkün olacaktır.

## KAYNAKLAR

1. Allain, C. ve Cloitre, M. (1991) Characterizing the lacunarity of random and deterministic fractal sets, *Physics Review A*, 44(6), 3552-3558. doi:10.1103/PhysRevA.44.3552
2. Alves, L.M., Chinelatto, A.L., Grzebielucka, E.C., Prestes, E. ve de Lacerda, L.A. (2016) Analytical fractal model for rugged fracture surface of brittle materials, *Engineering Fracture Mechanics*, 162, 232-255. doi:10.1016/j.engfracmech.2016.05.015
3. Andronache, I. ve Ciobotaru A.-M. (2012) Fractal analysis of certain climatic, hydrologic and geomorphologic parameters within the Balta Mica of Braila natural park (Romania), *Journal of Wetlands Biodiversity*, 2, 81-94.
4. Bandt, C., Mosco, U. ve Zähle, M. (2004) *Fractal geometry and stochastics III*, Birkhäuser, Basel, 262 s.
5. Barbosa, J.A., Bragança, L. ve Mateus, R. (2014) Assessment of land use efficiency using BSA tools: Development of a new index, *Journal of Urban Planning and Development*, 141(2), 04014020. doi:10.1061/(ASCE)UP.1943-5444.0000208
6. Boeing, G. (2018) Measuring the complexity of urban form and design, *Urban Design International*, 23(4), 281-292. doi:10.1057/s41289-018-0072-1
7. Bonham-Carter, G.F. (1994) *Geographic information systems for geoscientists: modelling with GIS*, Elsevier, New York, 398 s.
8. Bozoğlu, M. (2018) *Samsun ili tarım ve kırsal kalkınma eylem planı (2018-2023)*, Orta Karadeniz Kalkınma Ajansı, 70 s.
9. Briggs, J. (1992) *Fractals: The patterns of chaos: A new aesthetic of art, science, and nature*, Simon and Schuster, New York, 194 s.
10. Cai, B., Zhang, Z., Liu, B. ve Zhou, Q. (2007) Spatial-temporal changes of Tianjin urban spatial morphology from 1978 to 2004, *Journal of Geographical Sciences*, 17(4), 500-510. doi:10.1007/s11442-007-0500-4

11. Catalan, B., Saurí, D. ve Serra, P. (2008) Urban sprawl in the Mediterranean?: Patterns of growth and change in the Barcelona Metropolitan Region 1993-2000, *Landscape and Urban Planning*, 85(3-4), 174-184. doi:10.1016/j.landurbplan.2007.11.004
12. Charkaluk, E., Bigerelle, M. ve Iost, A. (1998) Fractals and fracture, *Engineering Fracture Mechanics*, 61(1), 119-139. doi: 10.1016/S0013-7944(98)00035-6
13. Chen, Y. (2010) Exploring the fractal parameters of urban growth and form with wave-spectrum analysis, *Discrete Dynamics in Nature and Society*, doi:10.1155/2010/974917
14. Çivi, A., Akgündüz, E., Kalaycı, K., İnan, Ç., Sarıca, E. ve Toru, E. (2009) CORINE (Coordination of Information on the Environment) projesi, *TMMOB Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi 2009*, 2-6 Kasım, İzmir.
15. De Castro, L.N. (2006) *Fundamentals of natural computing: Basic concepts, algorithms, and applications*, Chapman and Hall/CRC, Boca Raton, 662 s.
16. Di Ieva, A. (2016) *The fractal geometry of the brain: An overview*, The Fractal Geometry of the Brain içinde (Editör, A. Di Ieva), Springer, New York, 3-10.
17. Dong, P. (2000) Test of a new lacunarity estimation method for image texture analysis, *International Journal of Remote Sensing*, 21(17), 3369-3373, doi:10.1080/014311600750019985
18. Erdoğan, G. (2015) *Kent makroformlarının mekanı kullanma verimliliklerinin fraktal boyut ile incelenmesi*, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Şehir ve Bölge Planlama Anabilim Dalı, İzmir, 144 s.
19. Feng, J. ve Chen, Y. (2010) Spatiotemporal evolution of urban form and land-use structure in Hangzhou, China: Evidence from fractals, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 37, 838-856. doi:10.1068/b35078
20. FracLac Advanced User's Manual (2004) *FracLac for ImageJ-Using FracLac V2.0f for ImageJ*, 36 s.
21. Franceschetti, G. ve Riccio, D. (2006) *Scattering, natural surfaces, and fractals*, Elsevier, London, 290 s.
22. Guo, H., Zhan, Q.M. ve Lv, M.H. (2014) Implementation method of spatial morphology planning based on GIS and Space Syntax-A case study of Anhou Town, *22nd International Conference on Geoinformatics*, 25-27 Haziran, Kaohsiung, 216-220.
23. Hekimoğlu, B., Altındağ, M. ve Demirbaş, A.R. (2007) *Samsun ilinin fiziki durumu ve avantajları*, Samsun Valiliği Tarım İl Müdürlüğü, 38 s.
24. Henderson, T. ve Boje, D.M. (2015) *Organizational development and change theory: Managing fractal organizing processes*, Routledge, New York, 207 s.
25. Hoggard, J.W. (2016) *Fractal Geometry*. The Department of Mathematics at Virginia Technical University. <http://www.math.vt.edu/people/hoggard/FracGeom/node2.html>, Erişim tarihi: 01.05.2016
26. Hu, S., Tong, L., Frazier, A.E. ve Liu, Y. (2015) Urban boundary extraction and sprawl analysis using Landsat images: A case study in Wuhan, China, *Habitat International*, 47, 183-195. doi:10.1016/j.habitatint.2015.01.017
27. Jia, Y., Tang, L., Xu, M. ve Yang, X. (2019) Landscape pattern indices for evaluating urban spatial morphology—A case study of Chinese cities, *Ecological Indicators*, 99, 27-37. doi:10.1016/j.ecolind.2018.12.007

28. Kamali, R. ve Jayalalitha, G. (2018) Self-similarity in fractal AC circuits, *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 10(06-Special Issue), 957-961.
29. Karperien, A.L. ve Jelinek, H.F. (2016) *Box-counting fractal analysis: A primer for clinician*, The Fractal Geometry of the Brain içinde (Editör, A. Di Ieva), Springer, New York, 13-44.
30. Kaya, H.S. ve Bölen, F. (2006) Kentsel mekan organizasyonundaki farklılıkların fraktal analiz yöntemi ile değerlendirilmesi, *Journal of Istanbul Kültür University*, 4, 153-172.
31. Kaya, H.S., Terzi, F. ve Bölen, F. (2009) Kentsel doku ile şehirselleşme biçimi arasındaki ilişkinin mekansal analizi: İstanbul örneği, *DEUCBS Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu*, 10-11 Aralık, İzmir, CBS ve Bilgi Teknolojileri Bildiriler Kitabı.
32. Lambin, E., Turner, B., Geist, H., Agbola, S., Angelsen, A., Bruce, J., Coomes, O., Dirzo, R., Fischer, G., Folke, C. ve diğ. (2001) The causes of land-use and land-cover change, moving beyond the myths, *Global Environment Change*, 11(4), 261-269. doi:10.1016/S0959-3780(01)00007-3
33. Li, F. (2012) *Investigation of urban sprawl on the basis of remote sensing data: A case study in Jiangning, Nanjing city, China*, Doktora Tezi, University of Stuttgart, Stuttgart, Germany, 141 s.
34. Mandelbrot, B.B. (1967) How long is the coast of Great Britain? Statistical self-similarity and fractional dimension, *Science*, 156, 636-638.
35. Marcus, L. ve Colding, J. (2011) Towards a spatial morphology of urban social-ecological systems, *18th International Seminar on Urban Form 'Urban morphology and the post-carbon city'*, 26-29 Ağustos, Montreal.
36. Marcus, L. ve Colding, J. (2014) Toward an integrated theory of spatial morphology and resilient urban systems, *Ecology and Society*, 19(4), 55. doi:10.5751/ES-06939-190455
37. McAdams, M.A. (2007) Fractal analysis and the urban morphology of a city in a developing country: A case study of Istanbul, *Marmara Coğrafya Dergisi*, 15, 149-172.
38. Mekânsal Planlama Genel Müdürlüğü (2012) *Samsun bütünleşik kıyı alanları yönetim ve planlama projesi-Mekânsal strateji planı*, 208 s.
39. Morency, C. ve Chapleau, R. (2003) Fractal geometry for the characterisation of urban-related states: Greater Montreal case, *Harmonic and Fractal Image Analysis-HarFA e-journal*, 30-34.
40. Myint, S.W., Mesev, V. ve Lam, N. (2006) Urban Textural Analysis from Remote Sensor Data: Lacunarity Measurements Based on the Differential Box Counting Method, *Geographical Analysis*, 38(4), 371-390. doi:0.1111/j.1538-4632.2006.00691.x
41. Ostwald, M.J. (2003) Fractal architecture: the philosophical implications of an iterative design process, *Communication and Cognition*, 36(3-4), 263-296.
42. Öztürk, D., Şişman, A., Maraş, E.E ve Şişman, Y. (2010) Samsun-Atakum'da arazi kullanımı/arazi örtüsündeki değişimlerin uzaktan algılama ve CBS ile belirlenmesi, *VI. Ulusal Coğrafya Sempozyumu*, 3-5 Kasım, Ankara.
43. Özür, N. ve Ataol, M. (2018) Türkiye'de CORINE verilerinin kullanılmasına dair değerlendirme, *Çankırı Karatekin Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 9(2), 110-130.
44. Paszto, V., Marek, L., ve Tucek, P. (2011) Fractal dimension calculation for CORINE land-cover evaluation in GIS - A case study, *DATESO 2011*, 20-22 Nisan, Písek, 196-205.



45. Peitgen, H.O., Jürgens, H. ve Saupe, D. (2004) *Chaos and fractals: New frontiers of science*, Springer-Verlag, New York, 984 s.
46. Pietronero, L. ve Tosatti, E. (1986) *Fractals in physics*, Elsevier, Amsterdam, 480 s.
47. Pintili, R.-D., Andronache, I., Diaconu, D.C., Dobrea, R.C., Zelenakova, M., Fensholt, R., Peptenatu, D., Draghici, C.-C., Ciobotaru, A.-M. (2017) Using Fractal Analysis in Modeling the Dynamics of Forest Areas and Economic Impact Assessment: Maramures, County, Romania, as a Case Study, *Forests*, 8(1), 1-14. doi:10.3390/f8010025
48. Purevtseren, M., Tsegmid, B., Indra, M. ve Sugar, M. (2018) The fractal geometry of urban land use: The case of Ulaanbaatar City, Mongolia, *Land*, 7(2), 67. doi:10.3390/land7020067
49. Rai, R., Zhang, Y., Paudel, B., Li, S., ve Khanal, N. (2017) A synthesis of studies on land use and land cover dynamics during 1930-2015 in Bangladesh, *Sustainability*, 9(10), 1866. doi:10.3390/su9101866
50. Rubin, A. (2012) *Statistics for evidence-based practice and evaluation*, Cengage Learning, Boston, 350 s.
51. Schwarz, N. (2010) Urban form revisited–Selecting indicators for characterising European cities, *Landscape and urban planning*, 96(1), 29-47. doi:10.1016/j.landurbplan.2010.01.007
52. Shaohui, Y. ve Zhongping, Z. (2013) Spatial-temporal changes of urban wetlands shape and driving force analysis using fractal dimension in Wuhan City, China, *International Conference on Remote Sensing, Environment and Transportation Engineering (RSETE 2013)*, 26-28 Temmuz, Nanjing.
53. Shen, G. (2002) Fractal dimension and fractal growth of urbanized areas, *International Journal of Geographical Information Science*, 16(5), 419-437. doi:10.1080/13658810210137013
54. Siedentop, S. ve Fina, S. (2012) Who sprawl most? Exploring the patterns of urban growth across 26 european countries, *Environment and Planning A*, 44(11), 2765-2784. doi:10.1068/a4580
55. Song, C., Havlin, S. ve Makse, H.A. (2005) Self-similarity of complex networks, *Nature*, 433(7024), 392-395. doi:10.1038/nature03248
56. Terzi, F. ve Kaya, H.S. (2008) *Analyzing urban sprawl patterns through fractal geometry: The case of Istanbul metropolitan area*, CASA Working Papers 144, Centre for Advanced Spatial Analysis (UCL), London.
57. Terzi, F. ve Kaya, H.S. (2011) Dynamic spatial analysis of urban sprawl through fractal geometry: the case of Istanbul, *Environment and Planning B: Planning and Design*, 38(1), 75-190. doi:10.1068/b35096
58. Topcu, M. ve Southworth, M. (2014) A comparative study of the morphological characteristics of residential areas in San Francisco, *A/Z Itü Journal of The Faculty of Architecture*, 11(2), 173-189.
59. Torrens, P.M. ve Alberti, M. (2000) *Measuring sprawl*, CASA Working Papers 27, Centre for Advanced Spatial Analysis (UCL), London.
60. Uyar, A. ve Öztürk, D. (2017) Fraktal analizin yeryüzü araştırmalarında kullanılması, *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 17(Özel Sayı),147-155.
61. Vanderhaegen, S. ve Canters, F. (2017) Mapping urban form and function at city block level using spatial metrics, *Landscape and Urban Planning*, 167, 399-409. doi:10.1016/j.landurbplan.2017.05.023

62. Vermeiren, K., Van Rompaey, A., Loopmans, M., Serwajja, E. ve Mukwaya, P. (2012) Urban growth of Kampala, Uganda: Pattern analysis and scenario development, *Landscape and Urban Planning*, 106(2), 199-206. doi:10.1016/j.landurbplan.2012.03.006
63. Wahl, B., Larsen, M. ve Roy, P.V. (1994) *Exploring fractals on the macintosh*. Addison-Wesley Longman, Boston, 368 s.
64. Yılmaz, C. (2008) Toplumsal dönüşümün mekânsal boyutu; Samsun'da göç ve kentleşme, *TMMOB Samsun Kent Sempozyumu*, 27-29 Kasım, Samsun.
65. <https://corine.tarimorman.gov.tr/corineportal/amac.html>, Erişim tarihi: 07.01.2019, Konu: CORINE Projesi.
66. <https://www.harita.gov.tr/urun-216-haritasi.html&katid=14>, Erişim tarihi: 02.04.2019, Konu: Türkiye Mülki İdare Bölümleri Haritası.
67. <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>, Erişim tarihi: 10.03.2019, Konu: CORINE Land Cover.
68. <http://www.samsun.gov.tr/cografi-yapi>, Erişim tarihi: 15.05.2018, Konu: Samsun'un Coğrafi Yapısı.
69. <http://tuik.gov.tr/UstMenu.do?metod=istgosterge>, Erişim tarihi: 05.02.2019, Konu: İstatistik Göstergeler.