



**T. C.**

**SİVAS CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MÜLKİYET YAPISININ KENTSEL BÜYÜMEYE ETKİSİNİN  
SİMÜLASYON İLE ARAŞTIRILMASI**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Ahmet Emir YAKUP  
(201592211016)**

**Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi İsmail Ercüment AYAZLI**

**SİVAS  
KASIM 2018**

**AHMET EMİR YAKUP**'un hazırladığı ve “**Mülkiyet Yapısının Kentsel Büyümeye Etkisinin Simülasyon İle Araştırılması**” adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **GEOMATİK MÜHENDİSLİĞİ ANA BİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Tez Danışmanı :** **Dr. Öğr. Üyesi İsmail Ercüment Ayazlı** .....  
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

**Jüri Üyeleri :** **Prof. Dr. Fatmagül KILIÇ GÜL** .....  
Yıldız Teknik Üniversitesi

**Dr. Öğr. Üyesi Çağdaş KUŞÇU ŞİMŞEK** .....  
Sivas Cumhuriyet Üniversitesi

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

**Prof. Dr. İsmail ÇELİK**  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.



*Bu tez, TÜBİTAK 112K469 Nolu proje ve Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) Komisyonu tarafından M-664 Nolu proje kapsamında desteklenmiştir.*



Bütün hakları saklıdır.  
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Ahmet Emir YAKUP, 2018

## ETİK

Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

05.11.2018

Ahmet Emir YAKUP

## ÖZET

### MÜLKİYET YAPISININ KENTSEL BÜYÜMEYE ETKİSİNİN SİMÜLASYON İLE ARAŞTIRILMASI

**Ahmet Emir YAKUP**

**Yüksek Lisans Tezi**

**Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı**

**Danışman: Dr. Öğr. Üyesi İsmail Ercüment AYAZLI**

**2018, 90+xiv sayfa**

Kontrolsüz kentsel büyüme, modern şehircilikte ve planlamalarda en belirgin sorunların başında gelmektedir. Sürdürülebilir kalkınma, akıllı büyüme ve kompakt şehir gibi çağdaş planlama konuları, dağınık ve aşırı kentsel büyümeye karşıdır. Kentsel büyüme arazi kullanımındaki değişimleri başlatan karmaşık ve dinamik bir sistemdir. Hücresel Otomat (HO) kavramı ve bu kavrama dayalı yöntemlerle türetilen modeller birçok çalışmada kullanılmıştır. Bu çalışmada, Sancaktepe İlçesi'nin kentsel büyüme simülasyonları HO tabanlı SLEUTH model ile gerçekleştirilmiştir. Bu kapsamda, çalışmada Sancaktepe İlçesi'nin arazi kullanımı ile mülkiyet deseni arasındaki ilişki simülasyon modelleri üretilerek araştırılmıştır. Modelin ihtiyaç duyduğu veriler, tapu verileri ve kadastral paftalardan parsel bazlı olarak üretilmiştir. Arazi örtüsü ve mülkiyet deseni için iki farklı kentsel büyüme simülasyon modeli hazırlanmıştır. Arazi örtüsünün simüle edildiği senaryoda büyümenin doğal, yeni merkezler ve yol etkin bir biçimde yayıldığı, mülkiyet deseninin simüle edildiği senaryoda ise çeper ve yol etkin ağırlıklı büyüme eğilimi gösterdiği belirlenmiştir. Her iki simülasyon modeli de hemen hemen aynı bölgelerde büyüme göstermiştir. İki senaryo için birbirine dönüşen arazi kullanımı ve mülkiyet sınıflarının dönüşüm oranları hesaplanıp, karşılaştırılmıştır.

**Anahtar kelimeler:** CBS, Hücresel Otomat, SLEUTH, Kentsel Büyüme, Mülkiyet Deseni

## **ABSTRACT**

### **RESEARCH THE RELATIONSHIP BETWEEN THE OWNERSHIP PATTERN AND URBAN GROWTH**

**Ahmet Emir YAKUP**

**Master of Science Thesis, Department of Geomatic Engineering**

**Supervisor: Dr. İsmail Ercüment AYAZLI**

**2018, 90+xiv pages**

Uncontrolled urban growth is one of the most important problems in modern urban planning. Contemporary planning issues such as sustainable development, smart growth and compact city are against scattered and extreme urban growth. Urban growth is a complex and dynamic system that initiates changes in land cover. The method of Cellular Automata (CA) or related models based of it, has been used in various studies. In this study, the urban growth simulations of the Sancaktepe District were carried out with the CA based SLEUTH model. In this context, the relationship between land cover and ownership pattern of the Sancaktepe District was investigated by generating simulation models. Required parcel based data of the model were produced from land registry and cadastral data. Two different urban growth simulation models have been prepared for land cover and ownership pattern. It has been determined that the growing scenario in which the land cover is simulated indicates, such as spontaneous growth, new spreading centers and roads-influenced growth, while in the scenario where the ownership pattern is simulated, edges and road-influenced growth tendency are obtained. Both simulation models have illustrated growth in almost the same regions. Transformation ratios of land cover and ownership pattern have been calculated and compared.

**Key Words:** GIS, Cellular Automata, SLEUTH, Urban Growth, Ownership Pattern

## TEŞEKKÜR

Bilgi ve deneyimlerinden sürekli yararlandığım, tezin her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, fikirleriyle bana yön veren danışman hocam Dr. İsmail Ercüment AYZALI'ya, çalışma süresince bilgi ve deneyimleri ile yol gösteren Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Şehir Bölge Planlama Bölümü'nden Dr. Seher BAŞLIK'a, verilerin hazırlanması sürecinde her türlü desteği ve imkanı sağlayan Kartal Kadastro Birimi'nden Harita Yüksek Mühendisi Mahmut GÜLTEKİN'e, verilerin hazırlanmasında emeği geçmiş arkadaşlarıma ve maddi manevi desteklerini esirgemeyen aileme yürekten teşekkür eder saygılarımı sunarım.

Bu çalışma, TÜBİTAK 112K469 Nolu proje ve Sivas Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) Komisyonu tarafından M-664 Nolu proje kapsamında desteklenmiştir.



# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	vi
<b>ABSTRACT</b> .....	vii
<b>TEŞEKKÜR</b> .....	viii
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ</b> .....	xi
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ</b> .....	xii
<b>SİMGELER DİZİNİ</b> .....	xiii
<b>KISALTMALAR DİZİNİ</b> .....	xiv

## **BÖLÜM 1**

<b>GİRİŞ</b> .....	1
1.1 Tezin Amacı .....	1
1.2 Literatür Özeti .....	1
1.3 Tezin İş Akışı .....	8

## **2. BÖLÜM**

<b>ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI</b> .....	10
2.1 Doğal Özellikler .....	10
2.1.1 Bölgenin Jeolojisi.....	10
2.1.2 Bölgenin Eğimi .....	11
2.2 Sancaktepe'nin Kültürel Özellikleri.....	13
2.2.1 Bölgenin Tarihi Gelişimi .....	13
2.2.2 İdari Yapı .....	15
2.2.3 Nüfus Yapısı .....	16
2.2.4 Ulaşım .....	17

## **3.BÖLÜM**

<b>VERİ ve YÖNTEM</b> .....	19
3.1 Veri Gereksinimi .....	19
3.2 Koordinat Sistem Dönüşümleri, Sayısallaştırma ve Kontroller.....	20
3.2.1 Datum ve Koordinat Sistemleri, Benzerlik ve Afin Dönüşümleri .....	20
3.2.2 Kadastral Haritaların Sayısallaştırılması.....	23
3.2.3 Verilerin Kontrolü .....	26
3.3 Verilerin Depolanması .....	28
3.4 SLEUTH Modeli (Urban Growth Model).....	30
3.4.1 SLEUTH Modelin Seçilmesinin Nedenleri .....	31
3.4.2 SLEUTH Modelinin Çalışma Prensibi .....	32
3.4.3 Modelin Girdi Verileri .....	34
3.4.4 Büyüme Katsayıları.....	37
3.4.5 Modelin Büyüme Kuralları .....	39
3.4.6 Model Kalibrasyonu.....	43
3.4.7 Modelin Kestirimi .....	46

## 4.BÖLÜM

<b>SLEUTH KENT BÜYÜME MODELİNİN SANCAKTEPE İLÇESİNDE UYGULANMASI</b> .....	47
4.1 Çalışma Alanı Sınırı Verisinin Hazırlanması.....	47
4.2 Model Girdi Verilerinin Hazırlanması.....	48
4.2.1 Arazi Örtüsü Verisinin Hazırlanması.....	49
4.2.2 Ulaşım –Erişilebilirlik Verisinin Hazırlanması.....	53
4.2.3 Yerleşim (Urban) Verisi.....	54
4.2.4 Bölgeleme Verisi.....	55
4.3 Simülasyon Modelinin Oluşturulması.....	56
4.3.1 Test Aşaması.....	56
4.3.2 Kalibrasyon Aşaması.....	56
4.3.3 Kestirim Aşaması ve Çıktılar.....	59

## 5.BÖLÜM

<b>SONUÇLAR ve ÖNERİLER</b> .....	64
<b>KAYNAKLAR</b> .....	67
<b>EKLER</b> .....	72
EK-1: SANCAKTEPE SİMÜLASYON GİRDİ VERİLERİ.....	73
EK-2: SİMÜLASYON SONUÇLARI.....	83
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	90

## ŞEKİLLER DİZİNİ

### Sayfa

Şekil 1.1	Von Thunen kentsel büyüme modeli (Sasaki ve Box, 2003). .....	3
Şekil 1.2	Eş merkezli bölgeleme teorisi (Candau, 2002). .....	3
Şekil 1.3	Conway'in hayat oyunu (Benenson ve Torrens, 2004). .....	6
Şekil 1.4	Hücresele otomat bileşenleri (Abd-Allah, 2007). .....	7
Şekil 1.5	Tezin iş akışı. ....	8
Şekil 2.1	Sancaktepe ilçesinin yükseklik görüntüsü. ....	11
Şekil 2.2	Sancaktepe ilçesinin eğitim haritası. ....	13
Şekil 2.3	Damatrix kalıntıları (Sancaktepe Belediyesi, 2010). ....	14
Şekil 2.4	Sancaktepe ilçesinin idari yapısı (Ayazlı ve Başlık, 2016). ....	15
Şekil 2.5	Sancaktepe bölgesi içinden geçen TEM otoyolu. ....	18
Şekil 3.1	İki boyutlu benzerlik (Helmert) dönüşümü (Başçiftçi ve İnal, 2008). ....	22
Şekil 3.2	Afın dönüşüm (Kurt, 2002). ....	23
Şekil 3.3	Sayısallaştırılmış pafta örneği. ....	25
Şekil 3.4	Aplikasyon klasörü örneği. ....	26
Şekil 3.5	Fen klasörü örneği. ....	27
Şekil 3.6	Değişiklik klasörü örneği. ....	28
Şekil 3.7	SLEUTH modeli iş akış şeması. ....	31
Şekil 3.8	Modelin genel işlem yapısı. ....	32
Şekil 3.9	Büyüme kurallarının uygulanması (Clarke, 1997). ....	33
Şekil 3.10	Kendini değiştirme büyüme davranışları (Clarke ve Gaydos, 1998). ....	34
Şekil 3.11	SLEUTH girdi verileri (Gigalopolis, 2017). ....	37
Şekil 3.12	Doğal büyüme kuralı'na göre kentsel büyüme (Gigalopolis, 2017). ....	40
Şekil 3.13	Yeni yayılma merkezleri şeklinde kentsel büyüme (Gigalopolis, 2017). ..	41
Şekil 3.14	Çeper büyüme kuralına göre kentsel büyüme (Gigalopolis, 2017). ....	41
Şekil 3.15	Yol etkisi büyüme kuralına göre kentsel büyüme (Gigalopolis, 2017). ...	43
Şekil 3.16	Tam ve ¼ oranında küçültülmüş çözünürlük aralığında örnek gösterimi (Li ve Yeh, 2001). ....	44
Şekil 4.1	Çalışma alanı sınırı. ....	47
Şekil 5.1	1961 yılına ait arazi kullanımı verisi .....	74
Şekil 5.2	2014 yılına ait arazi kullanımı verisi. ....	75
Şekil 5.3	1961 yılına ait mülkiyet deseni verisi. ....	76
Şekil 5.4	2014 yılına ait mülkiyet deseni verisi. ....	77
Şekil 5.5	1961 yılına ait yerleşim verisi. ....	78
Şekil 5.6	1992 yılına ait yerleşim verisi. ....	79
Şekil 5.7	2001 yılına ait yerleşim verisi .....	80
Şekil 5.8	2014 yılına ait yerleşim verisi .....	81
Şekil 5.9	Sancaktepe bölgesi için bölgeleme verisi. ....	82
Şekil 5.10	Arazi Kullanımı Simülasyonu 2030 Yılı Kestirim Sonucu .....	84
Şekil 5.11	Arazi Kullanımı Simülasyonu 2050 Yılı Kestirim Sonucu. ....	85
Şekil 5.12	Arazi Kullanımı Simülasyonu 2070 Yılı Kestirim Sonucu .....	86
Şekil 5.13	Mülkiyet Deseni Simülasyonu 2030 Yılı Kestirim Sonucu. ....	87
Şekil 5.14	Mülkiyet Deseni Simülasyonu 2050 Yılı Kestirim Sonucu. ....	88
Şekil 5.15	Mülkiyet Deseni Simülasyonu 2070 Yılı Kestirim Sonucu. ....	89

## ÇİZELGELER DİZİNİ

### Sayfa

Çizelge 2.1 Sancaktepe yıllık nüfus sayıları (TÜİK, 2016).....	16
Çizelge 2.2 ADNKS verilerine göre Sancaktepe nüfusunun mahallelere dağılımı (TÜİK, 2016).....	16
Çizelge 2.3 Sancaktepe’de yıllık nüfus artış oranları. ....	17
Çizelge 3.1 Çalışmada kullanılan veri ve kaynakları.....	19
Çizelge 3.2 Sayısallaştırma hata payları (Ayazlı ve Başlık, 2016).....	23
Çizelge 3.3 Sayısallaştırmada kullanılan tabaka isimleri ve tipleri. ....	24
Çizelge 3.4 Kadastral haritaların üretim yöntemi ve ölçeklerine göre durumları (Sarı, 2006). ....	25
Çizelge 3.5 Parsel sınıfına ait öznitelik tablosu. ....	28
Çizelge 3.6 Yol sınıfına ait öznitelik tablosu.....	29
Çizelge 3.7 Yol türü ve ağırlıkları. ....	30
Çizelge 3.8 Kalibrasyonda kullanılan metrikler ve açıklamaları (Candau, 2002). ....	45
Çizelge 4.1 Çalışma alanına ait köşe koordinatları.....	48
Çizelge 4.2 Arazi sınıflarının vektör ve raster değerleri.....	49
Çizelge 4.3 1961 yılına ait arazi kullanımı sınıflarının dağılımı. ....	50
Çizelge 4.4 2014 yılına ait arazi kullanımı sınıflarının dağılımı. ....	51
Çizelge 4.5 Arazi sınıflarının vektör ve raster değerleri.....	51
Çizelge 4.6 1961 yılına ait parsel mülkiyetleri sınıflarının dağılımı. ....	52
Çizelge 4.7 2014 yılına ait parsel mülkiyetleri sınıflarının dağılımı. ....	52
Çizelge 4.8 Yolların seviye ve periyotlarına göre toplam uzunlukları. ....	53
Çizelge 4.9 Periyotlara Göre Yerleşim Kütlelerinin Yüzdesel Dağılımı .....	54
Çizelge 4.10 Arazi kullanımı simülasyonu ilk kalibrasyon sonuçları. ....	56
Çizelge 4.11 Arazi kullanımı simülasyonu hassas kalibrasyon sonuçları. ....	57
Çizelge 4.12 Arazi kullanımı simülasyonu son kalibrasyon sonuçları. ....	57
Çizelge 4.13 Arazi kullanımı için belirlenen katsayı değerleri.....	57
Çizelge 4.14 Mülkiyet deseni simülasyonu ilk kalibrasyon sonuçları.....	58
Çizelge 4.15 Mülkiyet deseni simülasyonu hassas kalibrasyon sonuçları.....	58
Çizelge 4.16 Mülkiyet deseni simülasyonu son kalibrasyon sonuçları. ....	59
Çizelge 4.17 Mülkiyet deseni için belirlenen katsayı değerleri.....	59
Çizelge 4.18 2014 ve 2070 Yılı Arazi Örtüsü Sınıflarının Toplam Boyutları.....	61
Çizelge 4.19 2014 ve 2070 Yılı Mülkiyet Deseni Sınıflarının Toplam Boyutları.....	61
Çizelge 4.20 Arazi Kullanım Simülasyonu 2014 Yılına Göre Değişim Analizi. ....	62
Çizelge 4.21 Mülkiyet Deseni Simülasyonu 2014 Yılına Göre Değişim Analizi. ....	63

## SİMGELER DİZİNİ

<b>f</b>	Dönüşüm Kuralları Fonksiyonu
<b>i</b>	Hücre Yatay Koordinat
<b>j</b>	Hücre Düşey Koordinat
<b>U</b>	Durum kümesi
<b>t</b>	Zaman



## KISALTMALAR DİZİNİ

<b>ADNKS</b>	: Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi
<b>CA</b>	: Cellular Automata
<b>CAD</b>	: Computer Aided Design
<b>CBS</b>	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
<b>ÇDP</b>	: Çevre Düzeni Planı
<b>DOP</b>	: Düzenleme Ortaklık Payı
<b>DUEM</b>	: Dynamic Urban Evolutionary Modelling
<b>ED50</b>	: European Datum 1950
<b>GRS80</b>	: Geodetic Reference System 1980
<b>ha</b>	: Hektar
<b>HGM</b>	: Harita Genel Müdürlüğü
<b>HO</b>	: Hücresel Otomat
<b>ITRF96</b>	: International Terrestrial Reference Frame 1996
<b>İBB</b>	: İstanbul Büyükşehir Belediyesi
<b>KBSM</b>	: Kentsel Büyüme Simülasyon Modeli
<b>km</b>	: Kilometre
<b>KOP</b>	: Kamusal Ortaklık Payı
<b>LCD</b>	: Land Cover Deltatron
<b>m</b>	: Metre
<b>MC</b>	: Monte Carlo
<b>OSM</b>	: Optimum SLEUTH Metric
<b>RIKS</b>	: Research Institute of Knowledge Systems
<b>SYM</b>	: Sayısal Yükseklik Modeli
<b>TEM</b>	: Transit European Motorway
<b>TKGM</b>	: Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü
<b>TM</b>	: Transversal Mercator
<b>UA</b>	: Uzaktan Algılama
<b>UGM</b>	: Urban Growth Model
<b>WGS84</b>	: World Geodetic System 1984

# BÖLÜM 1

## GİRİŞ

### 1.1 Tezin Amacı

Tezin amacı, 62,42 km<sup>2</sup>'lik İstanbul ili Sancaktepe İlçesi'nde yaşanan hızlı kentsel büyüme nedeniyle oluşacak arazi örtüsü ve mülkiyet desenindeki değişikliklerin arasındaki ilişkiyi belirleyebilmektir. Bu bağlamda tez çalışmasında aşağıdaki sorulara cevap verilmesi amaçlanmaktadır:

- Sancaktepe İlçesi'ndeki olası kentsel büyüme eğilimleri arazi örtüsü değişimlerini nasıl etkilemektedir?
- Sancaktepe bölgesine inşa edilen ulaşım ağı projeleri kentsel büyümeyi ve arazi örtüsünü nasıl etkilemiştir?
- Kentsel büyümenin mülkiyet deseni ve değişimleri üzerinde etkisi var mıdır? Varsa nasıldır?
- Sancaktepe'de 2030, 2050 ve 2070 yıllarında bölgenin arazi kullanımı ve mülkiyet deseni nasıl değişecektir?

### 1.2 Literatür Özeti

Kontrolsüz kentsel büyüme, modern şehircilikte ve planlamada en belirgin endişelerden biridir ve olumsuz etkileri nedeniyle genellikle istenmeyen kabul edilmektedir.

Sürdürülebilir kalkınma, gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılayabilmelerini tehlikeye atmadan, bugünkü neslin kendi ihtiyaçlarını karşılayabilmelerini ifade eder. Bu kavramın temelinde insan yatmaktadır. İnsan ile doğa arasında denge kurarak doğal kaynakları bilinçli kullanmayı ifade eder (Kılıç, 2014).

Akıllı büyüme, kent planlamasına alternatif, fiziksel ve yönetsel yaklaşımlar ortaya koyar, planlamanın ekonomik, sosyal ve çevresel boyutlarıyla ilişkilidir (Sağ, 2011). Akıllı büyüme, büyüme karşıtı değil, sürdürülebilir gelişimi destekleyen bir yaklaşımdır (Steward, 2005). Mekânsal planlama, mevcut en iyi pratik yöntemi ve doktrini tanımlamaktadır (Stein, 1993; Gainsborough, 2001; Janssen-Jansen, 2004).

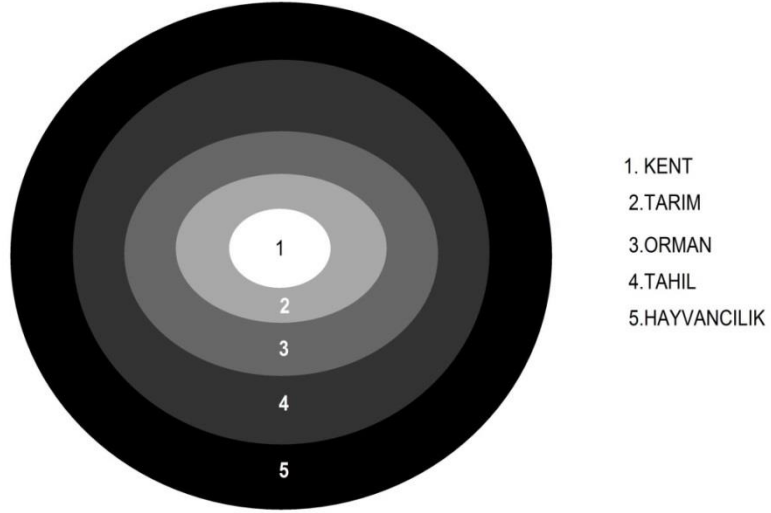
Sürdürülebilir kentsel gelişmenin ideal olarak sağlanacağı kentleşme modeli olarak kompakt kent modeli ortaya çıkmaktadır. Kompakt kent modelinde kentlerin daha kısıtlı mekânlarda, daha yüksek yoğunluklu konut alanlarına, karışık arazi kullanımlarına ve az enerji tüketimine olanak verecek biçimde yeniden tasarlanması temel amaçtır. Bu sayede kentin zararlı etkilerini kısıtlı bir alanda tutup, olumsuz dışsal etkileri azaltmak hedeflenmektedir (Tosun, 2013).

Bu bağlamda "Sürdürülebilir kalkınma", "akıllı büyüme" ve "kompakt şehir" gibi çağdaş planlama konuları, dağılık ve aşırı kentsel büyümeye karşıdır (Steward, 2005). Kentsel büyümeyi yönetmek için tek bir yöntem veya politika önlemi bulunmamaktadır. Kentsel büyüme ile başa çıkmak için çeşitli sosyo-ekonomik önlemler olmasına rağmen, karmaşık kentsel büyüme sistemini anlamak, sürdürülebilir kentsel formların oluşturulması yolundaki bir adımdır (Janssen-Jansen, 2004).

Geçmişten günümüze kentsel sistemi anlamak ve kontrol altına alabilmek için farklı modeller geliştirilmiştir. Bu modellerden ilki, Alman bilim adamı Johann Heinrich von Thunen tarafından geliştirilen ve kendi adıyla anılan "von Thunen" modelidir. Von Thunen'in ardından 20. yüzyılın başlarında Kanadalı kent bilimci Ernest Watson Burgess "Eş Merkezli Bölgeleme Teorisi"ni geliştirmiştir (Hammam vd., 2004).

Arazi kullanımının mekânsal analizi 19.yy'da von Thunen öncülüğünde başlamıştır. Von Thunen Güney Almanya'nın kırsal bölgelerinin arazi kullanımlarını açıklayabilmek için örnek bir arazi kullanım modeli geliştirmiştir (Candau ve Goldstein, 2002). 19 yy başlarında Von Thunen' nin geliştirdiği arazi modeli kent merkezinden başlanılarak iç içe geçirilmiş halka şeklinde teorik coğrafi alanlar olarak tanımlanmıştır.





**Şekil 1.1** Von Thunen kentsel büyüme modeli (Sasaki ve Box, 2003).

Thunen modeli, hem kendi döneminde hem de daha sonraki dönemlerde kentsel büyümenin açıklanmasında yoğun olarak kullanılmıştır. Ayrıca bu model, sonrasında geliştirilen bir çok modele hem ilham kaynağı hem de temel oluşturmuştur. (Candau, 2002; Şevik, 2006; Başlık, 2008).

1926'da Burgess Eş merkezli Bölgeleme Teorisi ile Chicago kentini inceleyerek bir kentte mekânın ve toprağın nasıl kullanıldığını açıklamaya çalışmıştır (Candau, 2002). Burgess, kendi kuramı olan ortak merkezli daireler kuramında kentsel büyümenin bir halkanın genişleyerek diğerini içine almasıyla gerçekleştiğini iddia etmektedir. Burgess'e göre, kent iş merkezinden uzaklaşarak genişlemekte ve dairesel bir şekilde büyümektedir. Bu model, şehrin büyümesinin her zaman içten yani şehrin merkezinden, dışa doğru genişleyerek oluştuğunu iddia etmiştir. Model, arazi kullanımlarını ve yerleşmeleri, insanların arazi/toprak için ödeme gücüyle açıklamaktadır.



**Şekil 1.2** Eş merkezli bölgeleme teorisi (Candau, 2002).

Burgess, söz konusu teoriyi çeşitli varsayımlar üzerine kurmuştur. Bu varsayımlar içinde, kent topoğrafyasını düz varsayarken, ulaşımı göz önünde bulundurmamaktadır. (Candau vd., 2002; Şevik, 2006; Başlık, 2008, Atak, 2013)

Kentsel modelleme çalışmalarının hız kazandığı bu yüzyılda ise modelleme çalışmaları (sırasıyla); “Merkezi Alan Teorisi”, “Sektör Teorisi”, “Tek Merkezli Kent Modeli”, “Tiebout Yerel Kamusal Finans Modeli”, “Çoklu Çekirdek Teorisi”, “Zipf Kuralı” ve “Bid-Rent Teorisi” ile devam etmiştir (Başlık, 2008; Candau, 2002; Cheng, 2003; Clarke vd., 1997). Bu çalışmaların pek çoğunda kentlerin ekonomik nedenlerle ve doğrusal olarak büyüdüğü kabul edilmiştir (Ayazlı, 2011).

İlk kentsel büyüme modellerinden sonra 1940 yıllarında artık niceliksel verilere dayanan, kent coğrafyasına ilişkin modellerin matematiksel formüllerle ifade edildiği kestirim çalışmaları başlar.

Kentsel yayılma modellerinin birçok parametreye bağımlı olması ve karmaşık hale gelmesi gibi nedenlerle yeni bir yöntem arayışının sonucunda “sistem yaklaşımı” olarak adlandırılan yeni bir yaklaşım doğmuştur (Öztürk, 2004). Bu yaklaşımdaki temel amaç sistemin ve sistemdeki problemlerin belirlenmesi ve çözüm seçeneklerinin geliştirilmesidir. Bu çözüm seçeneklerini belirlemede sıklıkla kullanılan yöntem ise simülasyon tekniğidir (Öztürk, 2004).

Günümüzde bilgisayar teknolojilerinde yaşanan gelişmeler, kentlerin karmaşık ve dinamik yapısının simülasyon ile modellenmesini olanaklı kılmıştır.

Kentsel büyümeyi etkileyen faktörler, değişkenler farklı derecelerde birbirine bağımlı ve karmaşıktır (Clarke vd., 1997). Bu nedenle bu karmaşık süreci taklit etmek ve bu büyümeyi etkileyen faktörlerin hesaplanması zor olmaktadır. Modeller, belirli bir süreci basitleştirerek sistemi etkileyen faktörleri ve bu faktörlerin birbiriyle olan ilişkisini belirleyerek karmaşık süreci temsil etmek için kullanılan bir yöntemdir (Öge, 2005). Dünyada birçok araştırmacı gerçek bir sistemin davranışını anlamak, açıklamak ve tahmin etmek için modeller oluşturmaktadır.

Markov Zinciri Analizi, Temel Bileşen Analizi, Faktör Analizi ve Lojistik, Çoklu, Log-Linear Regresyon gibi geleneksel istatistik modellerinin kentsel modelleme uygulamalarında kullanımları oldukça yaygındır. Ancak kent sisteminin karmaşık yapısından dolayı bu geleneksel yöntemler zamansal ve mekânsal olarak kenti modellemede yetersiz kalmaktadır. Bunun nedeni kente ait zaman ve mekân verisinin normal dağılım göstermemesi, model doğrusallığı gibi temel varsayımların ihmalidir. Bu nedenle daha gerçekçi deneysel yöntemler, coğrafi bilgi sistemleri (CBS), uzaktan algılama (UA) ve özellikle de yeni matematiksel yöntemler ile çok sayıda kentsel büyüme modelleri geliştirilmiştir. Karmaşıklığın ölçülmesi ve gösterilmesi bu modeller sayesinde daha güçlü ve güvenilir olmuştur (Aydın, 2015).

Gerek altyapıları gerekse başlangıç noktaları ve uygulama aşamaları birbirinden farklı olan modeller geliştirilmiştir. Modeller, arazi kullanım değişimlerini tarihsel veriler, ekonomik veriler, fiziksel kısıtlamalar veya mantıksal geçiş kurallarına göre tahmin etmektedirler (Verburg, 2006).

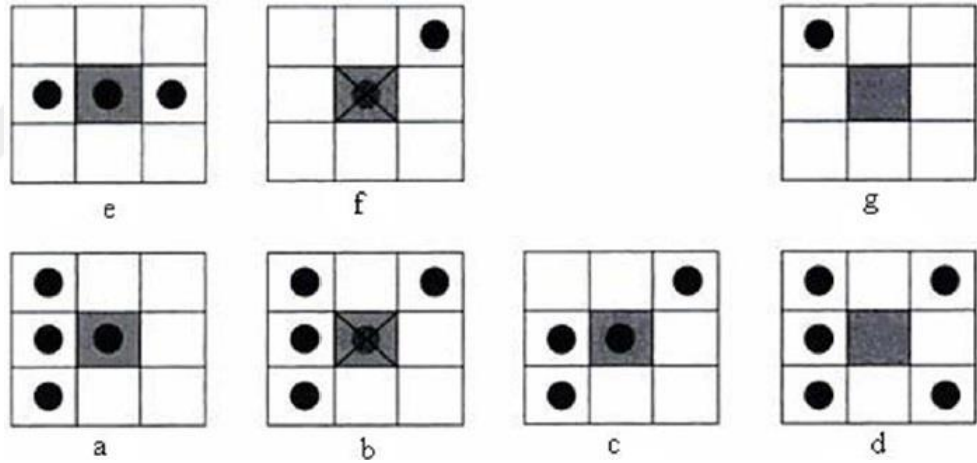
Bir simülasyon çalışması, olası tüm girdiler için model çıktılarının yüzlerce veya binlerce gerçekleşmesini içerir ve gerçekleştirmelerden elde edilebilecek çıktılarının olasılığı ölçülebilir. Monte Carlo (MC) simülasyon yöntemi, deterministik bir modelin rastgele gerçekleştirmelerini oluşturmak için iyi bilinen bir yöntemdir (Ertuğay, 2011). MC simülasyon yöntemi, deneysel ve istatistiksel problemlerin çözümüne rastgele sayılarla yaklaşım sergileyen metotlara verilen genel bir isimdir. Bu yöntemin diğer yöntemlerden farkı ise olaylara ait olasılık dağılımlarından ziyade onları oluşturan etkenlerin olasılık dağılımlarını irdelemesidir (Kaplan, 2014).

Dinamik karmaşık kent sistemlerinin modellenmesinde genellikle kullanılan yöntemlere yapay sinir ağları, genetik algoritmalar, HO ve çok ajanlı sistemleri örnek gösterebiliriz.

Otomat kavramı Evrensel Turing makinesi ile ortaya çıkmıştır. Daha sonrasında Stanislaw Ulam ve John von Neumann hücresel otomatı keşfetmiştir (Ayazlı, 2011). 1970 yılında John Horton Conway “Hayat Oyunu (Game of Life)” adını verdiği ve en çok bilinen HO’yu geliştirmiştir (Ayazlı, 2011).

Hayat oyununun evreni, sonsuz ve iki boyutlu dik açılı ızgaraların oluşturduğu ölü veya diri hücrelerdir. Her hücre yatay, dikey veya çapraz olmak üzere bitişik olan sekiz komşusuyla doğrudan etkileşim içindedir. Model içindeki bir hücre, komşu olduğu bu sekiz hücreden bilgi alarak durumunu belirlemektedir. Herhangi bir hücre için, her zaman adımında aşağıdaki değişikliklerden biri gerçekleşmektedir (Ayazlı 2011).

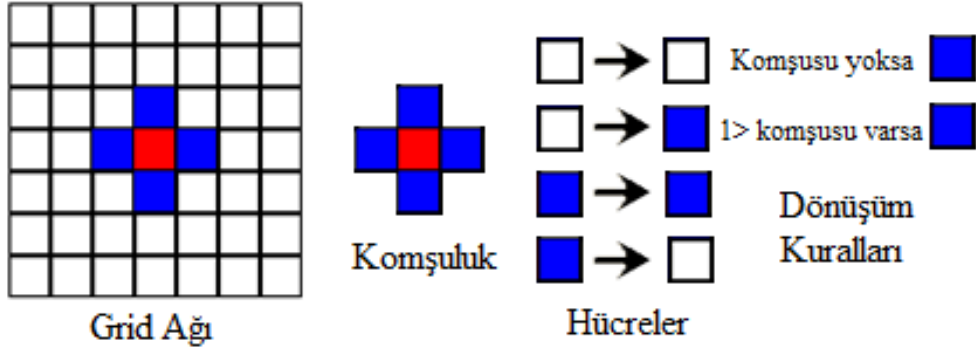
- Bir canlı hücrenin, iki ya da üç canlı komşusu varsa değişmeden bir sonraki nesle kalır (Şekil 1.3.a.e).
- Bir canlı hücrenin, üçten daha fazla canlı komşusu varsa “kalabalıklaşma nedeniyle”, bir canlı hücrenin, ikiden daha az komşusu varsa “yalnızlık nedeniyle” ölür (Şekil 1.3.b.f).
- Bir ölü hücrenin tam olarak üç canlı komşusu varsa canlanır (Şekil 1.3.c).
- Bir ölü hücrenin, üçten fazla veya ikiden az canlı komşusu varsa ölü olarak kalır (Şekil 1.3.d.g).



**Şekil 1.3** Conway'in hayat oyunu (Benenson ve Torrens, 2004).

Kentsel modelleme tekniklerinde, HO, kentsel alanlar gibi karmaşık ve dinamik doğal fenomeni modellemek için uygundur (Tobler, 1979). Tobler (1979), hücresel alan modellerin coğrafi süreçlere uygulamasını tanımlamıştır. Kentsel sistemlerin simülasyonu için uygun bir yöntemdir çünkü doğrudan Raster CBS ile uyumludur ve dinamiktir, nesil geçişleri sezgisel olarak kentsel değişimin zamansal dinamiklerini taklit eder (Clarke, 1997).

Hücresel otomat beş temel unsurdan oluşmaktadır; Grid ağı (lattice), zaman, komşuluk ilişkileri, durum kümesi, dönüşüm kuralları gibi hücresel otomat bileşenlerden oluşmaktadır (Benenson ve Torrens, 2004).



Şekil 1.4 Hücresel otomat bileşenleri (Abd-Allah, 2007).

HO yöntemi birçok alanda önemli bir modelleme ve simülasyon aracı olarak kullanılmaktadır. HO, geleneksel tek merkezli şehirlerin, bilgi çağında da çok merkezli olarak planlanmasına da olanak tanımaktadır.

Sürdürülebilir gelişimin planlanmasına yönelik alternatif çözümlere odaklanmış HO tabanlı modellerin, çok geniş uygulama alanı vardır. Geliştirilen modeller, biyoçeşitlilik, ormansızlaşma, kentleşme ve habitat parçalanması gibi geniş bir uygulama yelpazesine sahiptir.

Araştırmalarda yaygın olarak kullanılan HO tabanlı model ise SLEUTH modelidir. Bunlar haricinde Research Institute Knowledge Systems (RIKS) tarafından geliştirilen Geonamica/Metronamica yazılımı ve ilk olarak Yichun Xie sonrasında ise Michael Batty ve Zhanli Sun tarafından geliştirilen DUEM (Dynamic Urban Evolutionary Modeling) yazılımıdır (Batty vd., 1999).

HO tabanlı çalışan SLEUTH modeli kentsel büyüme simülasyonlarının oluşturulmasında kullanılmıştır. SLEUTH, HO tabanlı çalışan kent büyüme dinamiklerini ve arazi kullanımı dönüşümlerini simüle eden C programlama dili ile geliştirilmiş açık kaynak kodlu Unix tabanlı bir yazılımdır.

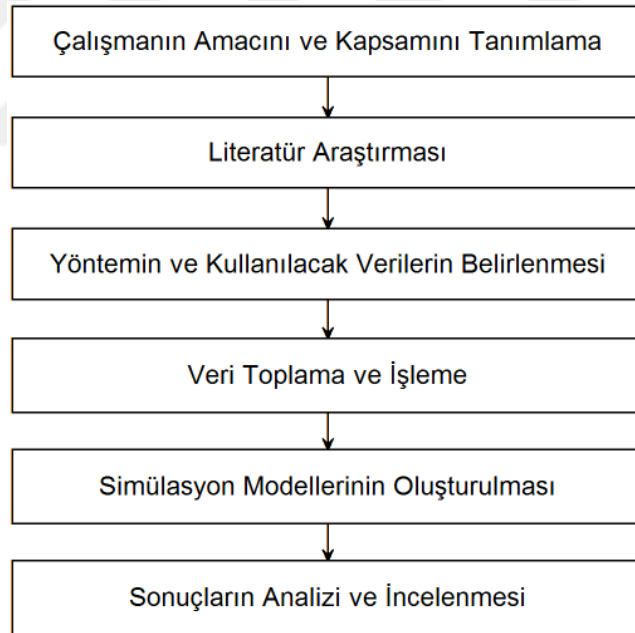
Model, yerel alanın geçmiş büyüme eğilimini tekrarlaması için büyümeyi karakterize eden parametrelerini kalibre etmektedir. Kalibrasyon yaklaşımıyla yerel alanın kentsel büyüme dokusunu planlama, ekonomik, yasal, politik, fiziksel ve yönetsel faktörler ile kentsel büyümenin zaman-mekân dinamiklerini sentezleyerek araştırmaktadır.

Tezde hücreli otomat tabanlı çalışan SLEUTH modeli kullanılmıştır. Oluşturulan simülasyonlar ile arazi kullanımı ve mülkiyet deseni için 2030, 2050 ve 2070 yıllarında meydana gelebilecek değişimler belirlenmiştir. Elde edilen sonuçlara göre arazi örtüsü değişimi doğu batı eksenli bir eğilim göstermiş, mülkiyet deseninin ise arazi örtüsü ile benzer davranış gösterdiği tespit edilmiştir.

Büyük bir bölümü İSKİ tarafından Ömerli Havza Koruma Kuşağı içinde yer alan Sancaktepe ilçesinde hızlı kentleşme sonucunda değişen arazi kullanımı nedeniyle önemli doğal ve çevresel alanlar kentleşme tehdidi altında kalmıştır. Geçmiş yıllardan beri süregelen kaçak yapılaşma ve kontrolsüz kentleşmeyi beraberinde getirerek ilçedeki arazi kullanımında değişimlere yol açmış ve bu durum arazi ve mülkiyet deseninin çeşitlenmesinde önemli bir rol oynamıştır.

### 1.3 Tezin İş Akışı

Sancaktepe'nin arazi kullanımı ile mülkiyet örtüsünün olası değişimlerinin simülasyon yöntemi ile araştırıldığı bu çalışmada aşağıdaki adımlar izlenmiştir.



Şekil 1.5 Tezin iş akışı.

İlk olarak literatür araştırmasıyla çalışmanın dayandığı teoriler üzerinde durulmuştur. Tez konusu mekânsal analiz, CBS, istatistiksel analiz, kaos ve karmaşıklık teorilerine dayanmaktadır.

KBSM'lerin üretileceği SLEUTH yazılımı HO tabanlı çalışmaktadır ve simülasyon modelinin oluşturması için farklı zaman dilimlerine ait arazi kullanımı, kent, ulaşım, topoğrafya verilerine ihtiyaç duymaktadır (Gigalopolis, 2017).

Sancaktepe İlçesinde KBSM oluşturulması için SLEUTH yazılımının ihtiyaç duyduğu geçmiş yıllara ait veriler, kadastral pafta üretim tarihleri ve imar hareketleri göz önünde bulundurularak zaman dilimlerine ayrılmıştır. Sonuçta dört farklı zaman dilimi belirlenmiştir bunlar; 1961, 1992, 2001 ve 2014 yıllarıdır.

Arazi kullanımı, mülkiyet dokusu, yerleşim ve ulaşım verilerinin hazırlanmasında kadastral veriler ve tapu kayıtları kaynak olarak kullanılmıştır. Eğim ve gölgeli rölyef verisi Harita Genel Müdürlüğü'nden temin edilen SYM ile üretilmiştir. Yıllara ait veriler ARCGIS ve NETCAD ortamlarında oluşturulup işlenmiştir. Tüm veriler bir mekânsal veritabanında tutulmuştur.

Simülasyon yazılımına veriler, yazılımın standart veri yapısına uygun hale getirilerek düzenlenmiş ve yüklenmiştir. Programda parametreler ve değişkenler düzenlendikten sonra Sancaktepe İlçesinin kentsel büyüme simülasyon modelleri oluşturulmuştur. 2014'den KBSM kestirim yılları olan 2030, 2050 ve 2070 yılları arasında değişim analizi yapılarak arazi örtüsü ve mülkiyet sınıflarının alansal ve oransal değişimleri belirlenmiş ve elde edilen sonuçlar irdelenmiştir. Bu bağlamda simülasyon sonuçlarına ait bulgular tezin dördüncü bölümünde, sonuçlar ise son bölümde sunulmuştur.

## 2. BÖLÜM

### ÇALIŞMA ALANININ TANITIMI

Sancaktepe İlçesi, İstanbul'un Anadolu yakasında yer almaktadır. Kuzeyinde Çekmeköy, güneyinde Kartal ve Maltepe, doğusunda Sultanbeyli ve Pendik, batısında ise Ümraniye ve Ataşehir ilçeleri bulunmaktadır. 06.03.2008 tarihinde yürürlüğe giren “Büyükşehir Belediyesi Sınırları İçinde İlçe Kurulması ve Bazı Kanunlarda Değişiklik Yapılması Hakkında Kanun” ile 2008 yılında Samandıra, Sarıgazi ve Yenidoğan beldelerinin birleştirilmesiyle oluşmuştur.

19 mahalle oluşan Sancaktepe İlçesi, 62,41 km<sup>2</sup> alana ve 354.882 nüfusa sahiptir TÜİK (2016). Havza niteliği taşıması nedeniyle son derece hassas bir yerleşim alanı olan bölge, Kurtköy Sabiha Gökçen Havalimanı'na olan bağlantıları, TEM otoyolu ve TEM-Kartal bağlantı yolunun sağladığı ulaşım olanakları nedeniyle konumsal önemini arttırmaktadır (URL-1).

#### 2.1 Doğal Özellikler

##### 2.1.1 Bölgenin Jeolojisi

Sancaktepe genelinde Deprem ve Zemin İnceleme Müdürlüğü, İstanbul Büyükşehir Belediyesi Deprem Risk Yönetimi ve Kentsel İyileştirme Daire Başkanlığı, tarafından yapılan jeolojik etütler doğrultusunda alanın jeolojisi ve buna bağlı olarak yerleşim için uygun veya olmayan alanlar belirlenmiştir. Çalışmada bölgenin genelinde yüzeylenen Kartal, Aydos, Kurtköy, Gözdağ, Tuzla, Baltalimanı, Trakya, Dolayoba jeolojik formasyonları yerleşime uygun olan alanlar olarak belirtilmiştir. Çalışmanın sonucunda Paşaköy bölgesinin çok küçük bir bölümü yerleşime uygun olmayan alan olarak belirtilmiştir. Diğer beldelerin yerleşime uygun olduğunu ayrıca Yenidoğan bölgesindeki gibi yüksek eğimli bölgeler için ise ayrıntılı etüt gerektiren alanlar olarak belirtilerek yerleşim potansiyeli taşıyan alanlar olarak bahsedilmektedir (Sancaktepe Belediyesi, 2010).

Planda bölge genelinde yerleşime uygun olmayan olarak bahsedilen Paşaköy bölgesindeki alan Ömerli Havzasının kısa mesafeli koruma kuşağı sınırları içinde ve dere mutlak koruma alanında yer almaktadır.

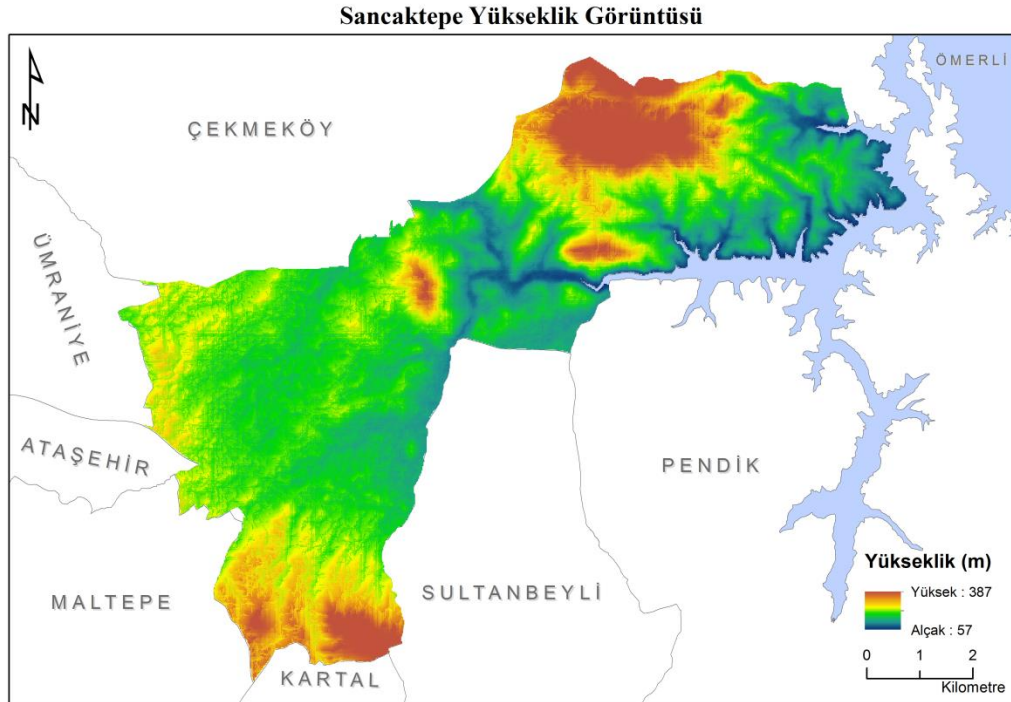


1/1000 ölçekli Sancaktepe Uygulama İmar planı kapsamında bu bölge dere, mutlak koruma alanında kaldığı için park alanı olarak fonksiyonlandırılmış, yapılaşmaya konu edilmemiştir. Lakin hızlı nüfus artışı ve yaşanan yoğun kentleşme faaliyetleri sonucunda kentleşme neredeyse havza sınırına kadar dayanmıştır (Sancaktepe Belediyesi, 2010; Aydın, 2010).

1:100.000 ölçekli ÇDP'den elde edilen jeolojik çalışmada ise ilçe sınırları içinde Sarıgazi mahallesinde çok küçük bir bölge jeolojik olarak risk taşımaktadır ve hâlihazırda bu alan kentleşmesini tamamlamıştır. Genel olarak bölgenin jeolojik durumu kentleşme için bir engel teşkil etmemektedir. Bu nedenle oluşturulan modelde jeolojik yapı dikkate alınmamıştır.

### 2.1.2 Bölgenin Eğimi

Sancaktepe bölgesini genelde fazla engebeli olmayan düz bir alan olarak tanımlayabiliriz. Belde bazında bölgeleri incelersek Samandıra bölgesinde yüksek dağlar, dik yamaçlar ya da vadiler bulunmamaktadır. Bölgenin %66'lık kısmı %0-4 eğime sahipken %97 gibi büyük bir kısmı %16 eğiminin altındadır (Sancaktepe Belediyesi, 2010). Bu bölümde eğimin daha az olduğu yerler TEM Otoyolunun kuzeyinde kalan alanları içermektedir. Samandıra bölgesinde, yükseklik 57 metreden başlayarak 387 metreye kadar ulaşmaktadır (Sancaktepe Belediyesi, 2010).

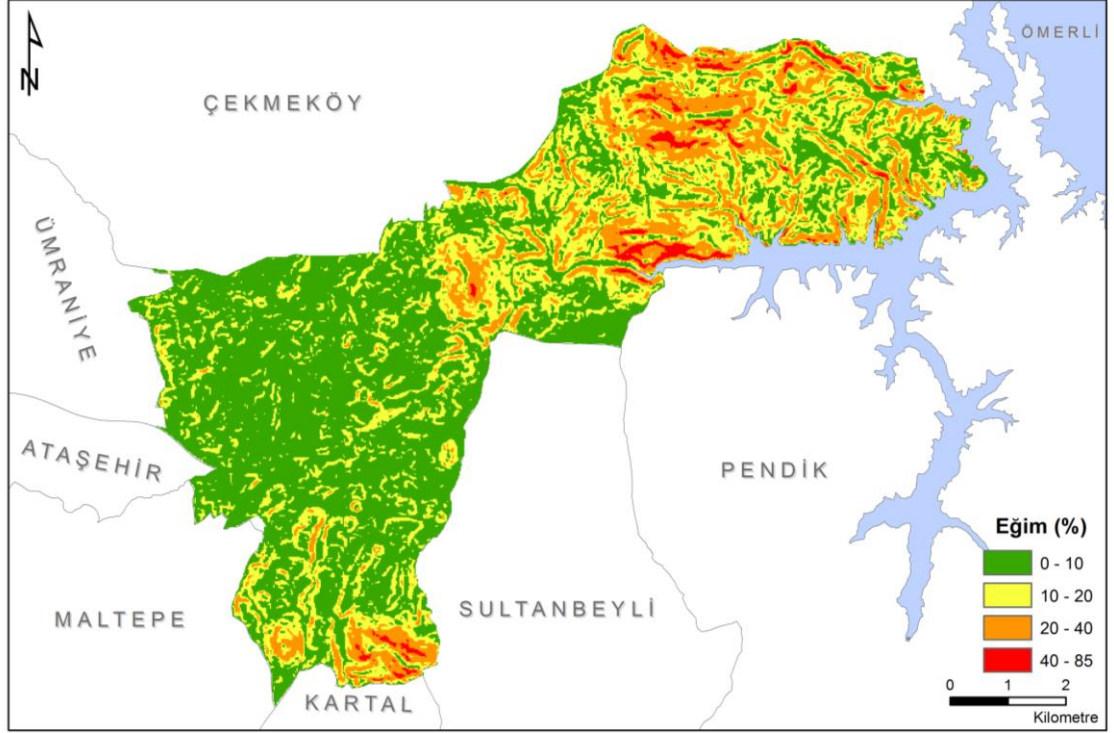


Sarıgazi'de eğim değerleri incelendiğinde bölgenin çok büyük kısmının hemen hemen düz alanlardan oluştuğu görülmektedir. Alan genelinde eğim analizi sonuçları değerlendirildiğinde, alanın % 92'sinin eğim derecesinin % 0–5 arasında, % 7'lik kısmının ise % 5.1–9 arasında eğim değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Sarıgazi bölgesindeki yükselti ise yaklaşık 100 metre civarlarından başlamakta ve 175 metreye kadar çıkmaktadır. Bölgenin yaklaşık %65'lik kısmı ise 125-155 metre aralığında yükselti değerine sahiptir .

Yenidoğan'ın batı ve güney kısımlarının büyük bir bölümü eğim bakımından daha düz bir yapıya sahipken, alanın doğu ve kuzey kısımları daha hareketli bir yapıya sahiptir. Bölgede eğim değerleri %0 ile %28 arasında değişmektedir. Yenidoğan genelinde; yaklaşık %72 oranında %0-8 arası eğim değerleri, %19 oranında %8-12 arası eğim değerleri, %9 oranında ise %12 üzerindeki eğim değerleri görülmektedir. Eğim değerleri genellikle Mevlana ve Abdurrahmangazi Mahalleleri sınırları içinde %16 oranının üstüne çıkmaktadır. Ancak bu durum yapılaşmaya engel teşkil edecek nitelikte değildir (Sancaktepe Belediyesi, 2010).

Yenidoğan'daki yükseklik değerleri ise yaklaşık 70 metreden başlamakta ve yaklaşık 235 metreye kadar çıkmaktadır. Bölgenin çok büyük bölümü 105 ile 160 metre aralığındaki yükseklik değerlerine sahiptir (bölgenin yaklaşık %67'si). En yüksek noktalar, Safa Mahallesi ile Mevlana Mahallesi arasında bulunan Safa Tepesi ve yakın çevresindedir. Bu bölgeden uzaklaşıp plan sınırına doğru yaklaştıkça yükseklik azalmaktadır. Yerleşimin doğusundan geçerek kuzeyine ulanan Alemdağ Deresi ve çevresinde ise yükseklik, yerleşimin en alçak noktası olan 66 metreyi bulmaktadır (Sancaktepe Belediyesi, 2010).

Sancaktepe Eğim Görüntüsü



Şekil 2.2 Sancaktepe ilçesinin eğim haritası.

## 2.2 Sancaktepe'nin Kültürel Özellikleri

### 2.2.1 Bölgenin Tarihi Gelişimi

Sancaktepe'nin geçmişine belde temelinde incelemek gerekmektedir. Bu bakış açısıyla incelendiğinde Samandıra, Yenidoğan ve Sarıgazi bölgeleri üzerinden bahsedilmesi gerekmektedir.

İlk olarak Samandıra beldesi, Bizans döneminde Demeter ismiyle ortaya çıkmıştır. Bu döneme ait Damatris Yazlık Sarayı, günümüzde hala Samandıra sınırları içindedir. Bölge Bizans ordusunun toplanma ve konaklama bölgesi olarak kullanılmıştır. Daha sonrasında Orhangazi tarafından Türk topraklarına katılan bölge, bu dönemde küçük bir köy yerleşimi olarak kalmış ve Cumhuriyet yıllarına kadar büyük bir mekansal gelişim göstermemiştir. Ancak, Cumhuriyet döneminde Kartal İlçesine bağlı bir bucak olan yerleşim, 1992 yılında belediye statüsüne kavuşmuş ve hızla gelişmiştir (Sancaktepe Belediyesi, 2010).



**Şekil 2.3** Damatris kalıntıları (Sancaktepe Belediyesi, 2010).

Yenidoğan beldesi Osmanlıda padişah ve sadrazamların avlak alanı olarak 1900 yıllara kadar kullanılmıştır. 1910 yılında Yenidoğan beldesi Belçika uyruklu Frank Phillipsson'a satılmıştır. Kurtuluş Savaşında şahsın ülkesine dönmesinden sonra alanın üstünde işgalci yerleşimler meydana gelmiştir.

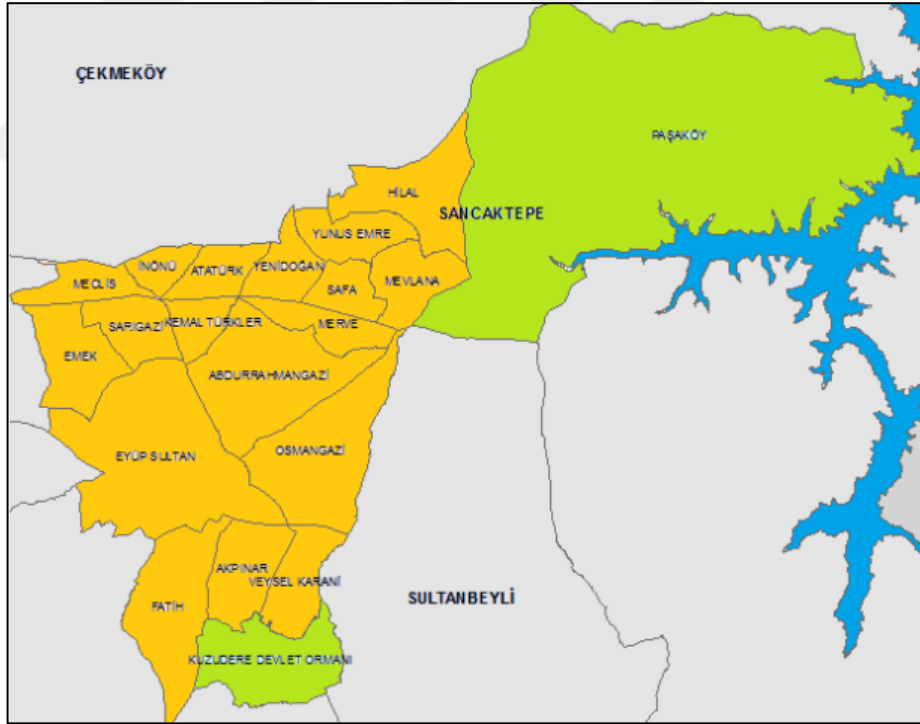
Varisler ile işgalcilerin mahkemeleri 1990'lı yıllara kadar sürmüştür. Yenidoğandaki ilk yerleşim, Sarıgazi beldesine bağlı bir mahalle olarak 1950'lerde başlamıştır. 1965'de Üsküdar'a bağlı köy statüsüne kavuşmuş, 1987 yılında Ümraniye İlçesi'ne bağlanmış, 1993 tarihinde belde belediyesi olmuş ve 1994 tarihinde ise Mahalli İdareler seçimleri sonucunda fiili olarak Yenidoğan Belediyesi kurulmuş ve faaliyete geçmiştir (Sancaktepe Belediyesi, 2010).

Sarıgazi beldesi adını ulema sınıfından olan Sarı Kadı Mehmed adlı zattan almıştır. Kadı Köyü zamanla Sarıgazi ismini almıştır. Sarıgazi'deki insan yoğunluğu Anadolu'dan İstanbul'a göçler bir yana, 1970'lerden sonra İstanbul'un çeşitli semtlerinde meydana gelen, yol, köprü ve yapılaşmaya daha müsait alanlar açılması için yapılan projeler sebebiyle bu bölgeye insanlarımızın yerleşmesi başlamıştır.

Sarıgazi Köyü, 1992’de Ümraniye ilçesine bağlı bir belde durumuna getirilmiştir (Sancaktepe Belediyesi, 2010).

### 2.2.2 İdari Yapı

Sancaktepe ilçe belediyesinin tüzel kişiliği, 5747 sayılı yasanın yürürlüğe girmesi ve 2007 yılında yapılan yerel seçimlerden sonra ilk kademe belediyelerinin (Sarıgazi, Samandıra ve Yenidoğan) tüzel kişiliğinin ortadan kalkmasıyla birlikte başlamıştır. Sancaktepe ilçesi, Sarıgazi bölgesinde yer alan 6 mahalle (Meclis, İnönü, Atatürk, Kemal Türkler, Sarıgazi Merkez ve Emek), Samandıra bölgesinde yer alan 6 mahalle (Abdurrahmangazi, Osmangazi, Eyüp Sultan, Akpınar, Veysel Karani ve Fatih) ve Yenidoğan bölgesinde yer alan 6 mahalle (Safa, Merve, Mevlana, Yunus Emre, Hilal ve Yenidoğan Merkez) olmak üzere toplam 18 mahalleden oluşmaktadır. Bunun yanında, idari bölünüş içerisinde, Sarıgazi bölgesinde yer alan Askeri Alan, Samandıra bölgesinde yer alan Kuzudere Devlet Ormanı ve ilçenin kuzeydoğu bölümünü kaplayan Pasaköy Köyü de yer almaktadır (Sancaktepe Belediyesi, 2010).



Şekil 2.4 Sancaktepe ilçesinin idari yapısı (Ayazlı ve Başlık, 2016).



Bu nüfusun yaklaşık %54,2'ini 30 yaş altındaki bireyler meydana getirmektedir. Sancaktepe'deki nüfusun 192.321'i 30 yaş altında, 143.807'si (%40,5) ise 30-60 yaş aralığında yer almaktadır. 60 yaşın üstündeki nüfus ise 18.754(%5,3) kişidir.

2008 yılından 2015 yılına kadar TÜİK verilerine göre Sancaktepe ilçesinin nüfusu 125.789 kişi artarak ilçede bu yıllar arası nüfus artış oranı yaklaşık %55 olarak gerçekleşmiştir.

2008 yılından 2015 yılına kadar olan yıllık nüfus artış oranları ve sayıları Çizelge 3.3'de belirtilmiştir.

**Çizelge 2.3** Sancaktepe'de yıllık nüfus artış oranları.

Yıllar Arası	Nüfus Artış Oranı (Yüzde)	Artan Nüfus (Kişi)
2008-2009	%5,3	12.140
2009-2010	%6,3	15.209
2010-2011	%4,3	11.095
2011-2012	%4,3	11.461
2012-2013	%9,1	25.408
2013-2014	%8,3	25.382
2014-2015	%7,6	25.094

Geçmiş yıllardan beri süregelen hızlı nüfus artışı ve göç; gecekondulaşma, kaçak yapılaşma ve kontrolsüz kentleşmeyi beraberinde getirerek ilçedeki arazi kullanımında değişimlere yol açmış ve bu durum mülkiyet deseninin çeşitlenmesine yol açmıştır.

#### **2.2.4 Ulaşım**

Sancaktepe ilçesi İstanbul'un ulaşım açısından rahat ve önemli bir noktasında yer almaktadır. Samandıra bölgesinin ortasından geçen TEM otoyolu ilçenin en önemli ulaşım aksıdır. Bu yol Samandıra bölgesini fiziki olarak iki parçaya bölmekte ise de TEM-E5 bağlantı yolu sayesinde bu bağlantı sağlanabilmektedir. Ayrıca, bağlantı yolu sayesinde ilçenin Kartal ve diğer ilçelerle bağlantısı güçlü bir şekilde sağlanmaktadır (Sancaktepe Belediyesi, 2010).





**Şekil 2.5** Sancaktepe bölgesi içinden geçen TEM otoyolu.

Diğer taraftan, bölgenin kuzeyinden geçen Şile otoyolu da ilçenin 3. derece önemli aksıdır. Şile otoyolu ile Ümraniye, Çekmeköy ve diğer ilçelerle kuzeyden bağlantı sağlanabilmekte, ayrıca Şile otoyolundan ayrılarak Sarıgazi içinden geçip Samandıra bölgesi üzerinden ilerleyen Ankara Caddesi ile de Sultanbeyli'ye bağlantı sağlanmaktadır. Bu yol aynı zamanda ilçede de bölgeleri birbirine bağlamakta, Sarıgazi ile Samandıra'nın bağlantısı özellikle bu yol üzerinden sağlanmaktadır.

Bunun yanında bölge içinde doğu-batı aksı boyunca uzanan Baraj Yolu ile Sarıgazi Yenidoğan'a bağlanmakta, Samandıra merkezden çıkan Atayolu Caddesinin Samandıra'yı Yenidoğan ve Paşaköy bölgesine bağlamasıyla bölge içindeki döngü tamamlanmakta ve ulaşım sistematığı ortaya çıkmaktadır (Sancaktepe Belediyesi, 2010).



### 3.BÖLÜM

#### VERİ ve YÖNTEM

##### 3.1 Veri Gereksinimi

Çalışmada ilk olarak arşiv çalışmalarıyla başlamış elde edilen farklı yıllara ait 70.000 yakın parsel verisi CBS ortamında düzenlenerek, simülasyonun oluşturulması için girdi verisi olarak hazırlanmıştır. Çalışmada kullanılacak veriler Çizelge 3.1'deki gibidir.

**Çizelge 3.1** Çalışmada kullanılan veri ve kaynakları.

Üretilen Veri Adı	Kaynak Veri Türü	Verinin Özelliği	Yıl/Yıllar	Kaynak
Arazi Kullanımı	Kadastral Veriler Uydu Görüntüleri	Raster Veri Tipinde Haritalar ve Taranmış Dosyalar	1961	TKGM
			1992	Landsat
			2001	
			2014	
Mülkiyet Deseni	Tapu ve Kadastro Verileri	Raster Veri Tipinde Haritalar ve Taranmış Belgeler	1961	TKGM
			1992	
			2001	
			2014	
İdari Sınır	İdari Sınır	Vektör (Polygon)	2014	İBB
Ulaşım	Kadastral Veriler	Raster	1961	TKGM
			1992	İBB
	İBB	Vektör (Polyline)	2001	
			2006	
Kent Verisi	Kadastral Veriler	Raster Veri Tipinde Haritalar ve Taranmış Belgeler	2013	
			1961	TKGM
			1992	
			2001	
Kısıtlama Verisi	İdari Sınır	Polygon	2014	İBB
Eğim ve Gölge Rolyef	SYM	Raster	2014	HGK

Çalışmadaki ilk adım Sancaktepe ilçesi'ne ait mülkiyet ve arazi kullanımı verisini ortaya çıkarmak için yapılan arşiv ve sayısallaştırma çalışmalarıdır. Ümraniye ve Kartal Kadastro Birimlerinden bölgeye ait veriler elde edilip bu veriler bazında ilk tesis kadastrosundan itibaren günümüze kadar olan arazi kullanımı, mülkiyet örtüsü, ulaşım (1961, 1992, 2001) ve kent dokusu periyot tarihleri noktasında analiz edilip oluşturulmuştur.

Sayısallaştırılan haritalardan üretilen veriler mekânsal veritabanında tutulmuş ve öznitelik bilgileri tapu verileri aracılığı ile girilmiştir. Ancak, 3402 sayılı Kadastro Kanunu'nun 16. Maddesine göre "Devletin hüküm ve tasarrufu altında bulunan kayalar, tepeler, dağlar gibi, tarıma elverişli olmayan sahipsiz yerler ile deniz, göl, nehir gibi genel sular tescil ve sınırlandırmaya tabi değildir" denmekte ve tescil dışı bırakılmaktadır. Bu boşluklar, tez danışmanı İsmail Ercüment AYAZLI'nın 1972 yılına ait Landsat uydu görüntüsünü sınıflandırarak ürettiği arazi örtüsü verileri (Ayazlı vd., 2015) kullanılarak giderilmiştir.

Eğim ve gölgelendirilmiş veri üretilmesi için 10 m mekânsal çözünürlüğe sahip SYM Harita Genel Müdürlüğü'nden temin edilmiş ve kullanılmıştır.

## **3.2 Koordinat Sistem Dönüşümleri, Sayısallaştırma ve Kontroller**

### **3.2.1 Datum ve Koordinat Sistemleri, Benzerlik ve Afın Dönüşümleri**

Sancaktepe ilçe sınırları içinde yer alan bölgelerinin ilk tesis kadastrosuna 1950'li yıllarda başlanmış ve 1950-1980 yıllarının imkânları doğrultusunda, farklı ölçek ve koordinat sisteminde hazırlanan 36 adet pafta üretilmiştir. Tez çalışmasının ikinci zaman dilimi 1987-1993 yıllarını kapsamaktadır ve bu süre zarfında yerel koordinat sisteminde ve farklı ölçeklerde 58 adet kadastral harita hazırlanmıştır. 1997-2003 yıllarını kapsayan üçüncü periyotta ED50 koordinat sisteminde toplamda 83 adet kadastral harita üretilmiştir. Dördüncü periyotta ise sayısal ortamda 2014 yılı Ekim ayına ait ED50 koordinat sisteminde üretilen güncel kadastral hâlihazır harita kullanılmıştır (Ayazlı ve Başlık, 2016).

Birinci ve ikinci periyoda ait paftaların tek bir koordinat sisteminde değerlendirilmesi için ilk olarak ED50 koordinat sistemine dönüştürülmeleri gerekmektedir. Bunun için, taranmış kadastral haritaların yerel sistemdeki koordinatlarının ED50 koordinat sistemine dönüştürülmesi için benzerlik (Helmert Dönüşümü) ve afin dönüşümleri gerçekleştirilmiştir. Üçüncü ve dördüncü periyotlara ait kadastral haritalar ED50 koordinat sisteminde üretildiği için dönüşüm işlemi yapılmamıştır.

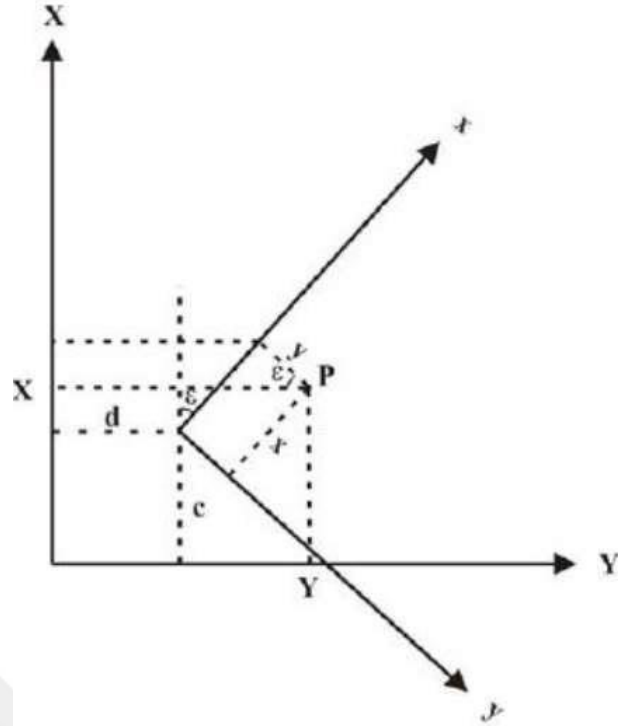
Dünyanın şekli Geoid olarak kabul edilmektedir ve yerkürenin matematiksel modelini oluşturmak için geoide mümkün olduğunca en yakın şekil olan dönel elipsoidler kullanılır. Bunlardan başlıcaları; GRS80, WGS 84 ve Hayford (International 1924) elipsoididir. Haritası üretilecek her yeryüzü alanı için tanımlanan referans elipsoidin parametre kümesine datum denmektedir (Düzgün, 2010).

Ülkemizdeki harita üretiminde de 2005 yılına kadar, 1924 yılında uluslararası elipsoid olarak kabul edilen Hayford elipsoidi kullanılmıştır. 2005 yılında yürürlüğe giren Büyük Ölçekli Harita ve Harita Bilgileri Üretim Yönetmeliği'ne (BÖHKBÜY) göre 2005 yılından itibaren, jeodezik çalışmalarda Uluslararası Jeodezi ve Jeofizik Birliği'nin 1979 yılında benimsediği GRS80 elipsoidi kullanılmaktadır. Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) 2010/11 sayılı Kadastral Harita Üretimi ve Kontrolü konulu genelgede, ITRF96 datumunda çalışmayı öngörmüştür.

Bu nedenle, tez çalışmasında farklı koordinat sistemlerinde üretilen kadastral haritalar öncelikle memleket koordinat sistemi olarak da adlandırılan ve Hayford elipsoidini kullanan ED50 koordinat sistemine dönüştürülerek kullanılmıştır.

#### *Benzerlik (Helmert) Dönüşümü*

Dik koordinat sistemleri arasında uygulanan Benzerlik Dönüşümü (Şekil 4.1), koordinat sistemleri arasında; X ve Y koordinatları için aynı büyüklükte ölçek, aynı büyüklükte açılal fark ve öteleme varsa tercih edilmelidir. Dönüşüm sonucunda elde edilen şekil orijinal şeklin bir benzeri olacaktır ve sadece uzunluklar ölçek faktörü oranında değişeceğinden, şekilde açılar değişmeyecek sadece büyüme veya küçülmeler meydana gelecektir (Kılıç, 2014).



**Şekil 3.1** İki boyutlu benzerlik (Helmert) dönüşümü (Başçiftçi ve İnal, 2008).

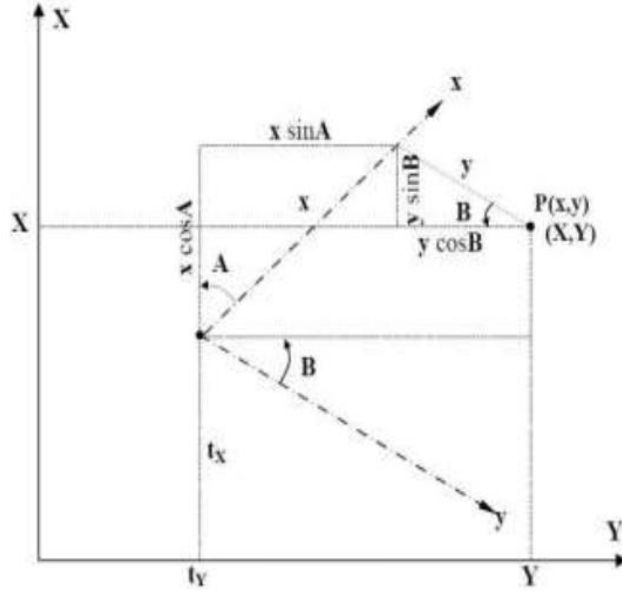
Şekil 4.1’de gösterilen iki koordinat sistemi arasındaki dönüşüm,  $x$  ve  $y$  birinci koordinat sistemi,  $X$  ve  $Y$  ikinci koordinat sistemi ve  $a$ ,  $b$ ,  $c$ ,  $d$  katsayıları dönüşüm parametreleri olmak üzere aşağıdaki formüllere göre gerçekleştirilir.

$$X = a.x - b.y + c$$

$$Y = a.y + b.x + d$$

#### *Afin Dönüşümü*

Afin dönüşümde ikinci sistemin dik koordinat sistemi olması gerekmez (Şekil 3.2). Eksenler arasında açısız farklılar olduğu için, şekil, dönüşümden sonra geometrik olarak bozulur ve açılar değişir. Ancak doğrular yine doğru olarak kaldığı için paralellik bozulmaz (Kılıç, 2014).



Şekil 3.2 Afin dönüşüm (Kurt, 2002).

Afin dönüşüme ait bağıntılar aşağıdaki gibidir:

$$\begin{aligned}\bar{X}_i &= t_X + a_X \bar{x}_i - o_Y \bar{y}_i \\ \bar{Y}_i &= t_Y + a_Y \bar{x}_i + o_X \bar{y}_i\end{aligned}$$

Özellikle eski tarihli paftalar daha çok deformasyona uğramıştır. Bu nedenle gerek uzunluk gerekse açısal bozulmalar daha fazla olduğu için birinci ve ikinci periyotlara ait paftaların koordinat dönüşümü gerçekleştirilirken afin dönüşüm yapılmıştır.

### 3.2.2 Kadastral Haritaların Sayısallaştırılması

Geçmiş yıllara ait, taranmış kadastro paftalarının sayısallaştırılması T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Tapu ve Kadastro Genel Müdürlüğü (TKGM) Kadastro Dairesi Başkanlığı'nın 11.12.2012 tarihli 1737 numaralı genelgesine göre yapılmıştır. İlgili genelge uyarınca, sayısallaştırma işlemi gerçekleştirilirken ölçü hatası MÖ, sayısallaştırılan noktanın konum hatası MK ve pafta ölçeğinin paydası M olmak üzere hata payı Çizelge 3.2'deki gibidir.

Çizelge 3.2 Sayısallaştırma hata payları (Ayazlı ve Başlık, 2016).

	Prizmatik MÖ = 0.15m		Takeometrik MÖ = 1m		
M	1/500	1/1000	1/2000	1/2500	1/5000
MK	0,21 m	0,32 m	1,15 m	1,22 m	1,73 m

Özellikle eski yıllara ait kadastral haritalar yerel koordinat sisteminde üretildiğinden sayısallaştırma işlemi öncesi afin dönüşüm yapılmaktadır. Dönüşüm işlemi, CAD ortamındaki kadastral verilerden yararlanılarak, Netcad yazılımında gerçekleştirilmektedir. Taranmış görüntülerdeki parsel köşe noktaları referans alınarak en az altı noktadan afin dönüşüm yapılmıştır.

Sayısallaştırmada kullanılan katman tabaka isimleri ve tipleri Çizelge 4.3'de sunulmuştur.

**Çizelge 3.3** Sayısallaştırmada kullanılan tabaka isimleri ve tipleri.

Katman Adı	Tipi
P_Kenar	Çoklu Doğru (Kapalı)
Eski_Parsel	Çoklu Doğru (Kapalı)
Bina	Çoklu Doğru (Kapalı)
Parsel	Çoklu Doğru (Kapalı)
Ada	Çoklu Doğru (Kapalı)
Parsel_No	Yazı
Ada_No	Yazı
Yesil_Alan	Çoklu Doğru (Kapalı)
Yol	Doğru veya Çoklu
Pafta_Adi	Yazı

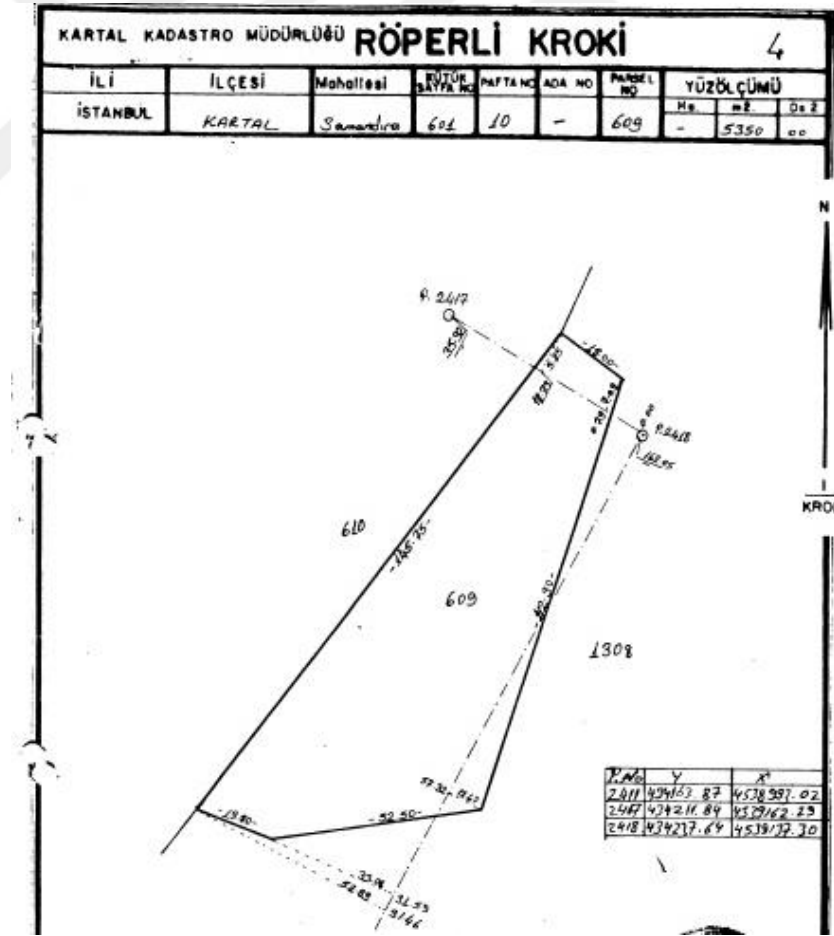


### 3.2.3 Verilerin Kontrolü

Gerek Çizelge 3.4’de anılan nedenden dolayı gerekse yapılan imar uygulamalarının (ayırma, birleştirme, 18. md. uygulaması vb.) zamanında paftalara işlenmemesinden veya Türk kadastro sisteminde zaman boyutunun kayıt altına alınmamasından dolayı birinci, ikinci ve üçüncü periyoda ait sayısallaştırılan paftaların kontrolünün yapılması zorunludur. Bu sayede bir parselin paftanın üretildiği tarihteki durumu belirlenebilmektedir. Bu kontrol yapılırken fenni evraklar; fen klasörleri ve TKGM’nin 2010/20 sayılı ve Evrak, Dosya ve Arşiv Genelgesi’nde tanımlanan aplikasyon krokisi, fen ve değişiklik klasörlerinden yararlanılmıştır.

#### Aplikasyon Krokisi

Tapulaması veya kadastrusu ada bazında yapılmamış olan yerler için birim bazında açılan, birden başlayarak sıralı halde numaralandırılan aplikasyon ve yer gösterme krokilerinin bulunduğu klasöre denir (Şekil 3.4) (TKGM, 2014).



Şekil 3.4 Aplikasyon klasörü örneği.



### Fen Klasörü

Yüzölçümü cetveli olarak da adlandırılan fen klasörleri, parsellerin, ili, ilçesi, kasabası, köy/mahallesi, pafta, ada ve parsel numaraları, yüzölçümleri ve imar uygulamaları sonrası gördüğü değişikliklerin yer aldığı, kısaca bir parselin ilk tesis kadastroundan günümüze kadar geçen süreçte geçirdiği değişimleri gösteren klasördür (Ayazlı ve Başlık, 2016). Şekil 3.5’de ifraz işlemi görmüş parsellerin yer aldığı bir fen klasörü örneği yer almaktadır (TKGM, 2014).

İli : İstanbul  
İlçesi : Kartal  
Kasabası : Sarıyer  
Köy/Mah. : \_\_\_\_\_

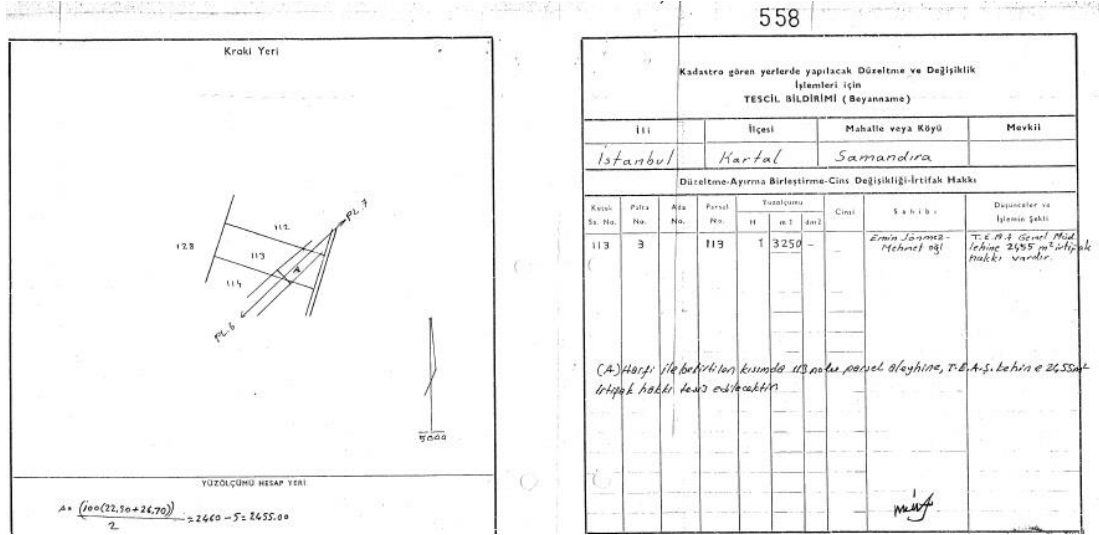
Ada No: \_\_\_\_\_ Pafta No: 3-4 Sayfa No: 9

Kütük Sıra No.	Parsel No	Yüzölçümü		Cinsi	Pafta No	Düşünceler	Değişiklik Sıra No.	Aplikasyon Krokisi No.
		Ha.	m <sup>2</sup> dm <sup>2</sup>					
<del>161</del>	<del>161</del>	<del>1 0750</del>	<del>-</del>	<del>Tarla</del>		<del>Yenidoğan Köyüne devri yapıldı</del>		
162	162	- 4750	-	Ham Toprak				
<del>163</del>	<del>163</del>	<del>1240</del>	<del>-</del>	<del>Tarla</del>		<del>Yenidoğan Köyüne devri yapıldı</del>		
164	164	2 7000	-	"		6186-6187 Adalara ayrıldı 6800-6803 " " B	333	34
165	165	1 2371	-	"		1266,1267 parsellere ayrıldı		310
166	166	2 7500	-	"		1220-1222 parsellere ayrıldı		42
167	167	2 7500	-	"		1223-1225 parsellere ayrıldı		40
168	168	2 7000	-	"		1226-1228 parsellere ayrıldı		35

Şekil 3.5 Fen klasörü örneği.

### Değişiklik Klasörü

Tapulaması veya kadastro su ada bazında yapılmamış olan yerler için birim bazında açılan ve birden başlayarak sıralı halde numaralandırılan değişiklik işlemlerinin bulunduğu klasöre denir (Şekil 3.6) (TKGM, 2014).



Şekil 3.6 Değişiklik klasörü örneği.

### 3.3 Verilerin Depolanması

Simülasyon modelinin oluşturulmasında kullanılacak verilerin depolanması, düzenlenmesi analizi ve sunumunun kolay bir şekilde yapılabilmesi için elde edilen veriler bir veritabanı yönetim sistemi içinde tutulmuştur. Bu kapsamda, ArcGIS yazılımı kullanılarak bir coğrafi veritabanı oluşturulmuştur. Veritabanının içinde mekâna dayalı tarihsel verilerin hazırlanması, depolanması, işlenmesi ve analizi için kabul edilen yıllara ait dört adet mekânsal veri kümesi (Feature Dataset) oluşturulmuştur. Oluşturulan veri kümeleri içinde yerleşim yeri ve arazi kullanım verilerinin üretileceği poligon özellikli Parsel sınıfı ile ulaşım verisinin hazırlanacağı Yol sınıfı oluşturulmuştur.

Çizelge 3.5 Parsel sınıfına ait öznitelik tablosu.

Öznitelik Adı	Veri Tipi
parsel_ID	Double
ada_No	Long Integer
aciklama	Text
parsel_No	Text
parsel_kullanimi	Short Integer
parsel_mulkiyeti	Short Integer
SHAPE_Length	Double
SHAPE_Area	Double

Parsel sınıfına ait özniteliklerin açıklaması şöyledir:

*parcel\_ID*: Herbir parsel için verilecek numaradır.

*ada\_No*: İlgili parselin ada numarasıdır.

*parcel\_No*: İlgili parselin numarasıdır.

*parcel\_kullanimi*: Taşınmazın tapu kütüğüne kaydedilen cinsidir/niteliğidir.

*parcel\_mulkiyeti*: Mülkiyet deseni verileri; özel mülkiyete konu taşınmazlar, hazineye ait araziler, vakıf arazileri belediyeye ait taşınmazlar, maliki hisseli taşınmazlar (özel mülkiyete tabi ve hazineye ait yerler, özel mülkiyete tabi ve belediyeye ait yerler, hazine ve belediye adına tescilli taşınmazlar, mülkiyeti belediye ve vakıflara ait yerler) ve sit alanlarında oluşmaktadır.

*aciklama*: İlgili parselin cinsi ile ilgili açıklamalar varsa bu tabloda tutulmuştur. Örneğin Sancaktepe bölgesindeki kadastral veriler incelendiğinde 2B arazilerinin cinsi bağ-bahçe olarak girilmektedir. Böyle bir durumda ilgili parselin cinsi bölümüne 2B arazisi açıklamasına ise kadastral kayıtlardaki cinsi yazılmıştır.

Yol sınıfı ise YolAdi ve YolKodu özniteliklerinden oluşmaktadır.

**Çizelge 3.6** Yol sınıfına ait öznitelik tablosu.

Öznitelik Adı	Veri Tipi
OBJECT ID	Object ID
Shape	Geometry
YolKodu	Short Integer
Shape_Length	Double
YolAdi	Text

*YolAdi*: İlgili yolun ismidir.

*YolKodu*: İlgili yolun kodu. 0-100 arasında değer alacaktır. Değerler Çizelge 4.7'de sunulmuştur.

**Çizelge 3.7** Yol türü ve ağırlıkları.

Yol Türü	Ağırlıklar
Otoyol, şehirlerarası yol	100
Anacade, bulvar vb.	75
Ara Sokaklar	50
Köy yolu	25

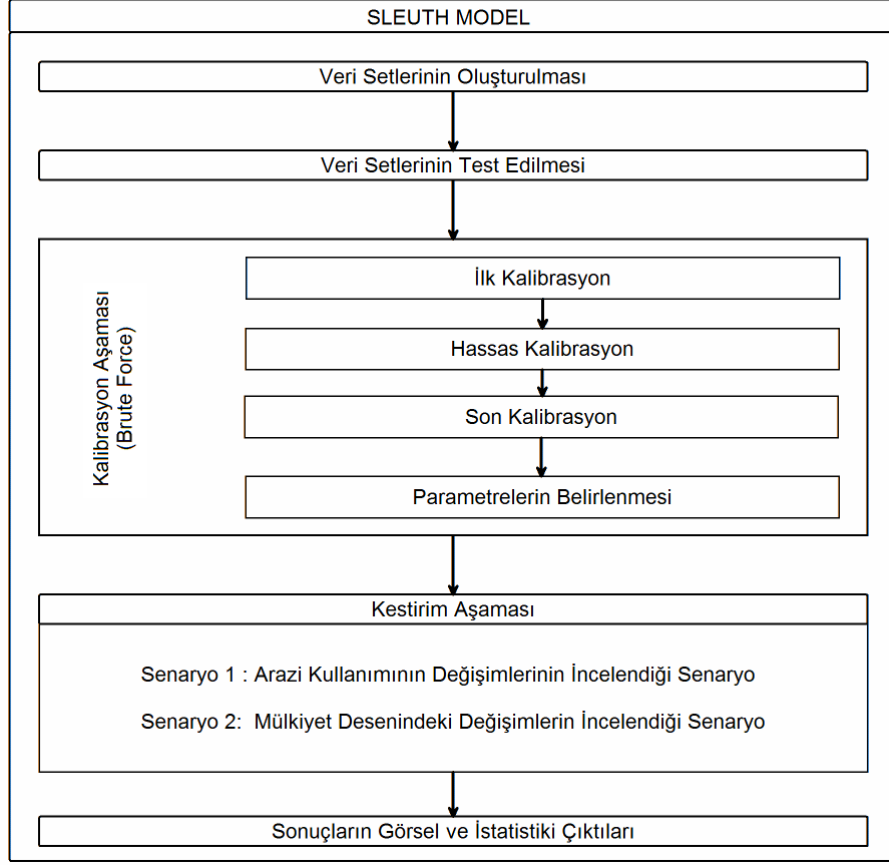
### **3.4 SLEUTH Modeli (Urban Growth Model)**

SLEUTH, hücresele otomat tabanlı çalışan kent büyüme dinamiklerini ve arazi kullanımını dönüşümlerini simüle eden C programlama dili ile geliştirilmiş açık kaynak kodlu Unix tabanlı bir yazılımdır. Görüntüleri üretme, işleme ve düzenlemek için birçok programlama dilinde de kullanılan GD grafik kütüphanesini kullanmaktadır. Santa Barbara Üniversitesi Coğrafya Bölümü'nde, Dr. Keith Clarke tarafından geliştirilen SLEUTH yazılımı, dünya genelinde birçok projede kullanılmaktadır (Akın vd., 2014; Ayazlı vd., 2017; Assefa vd., 2017; Park vd., 2017) . Programı Windows işletim sisteminde kullanmak için, Cygwin isimli sanal Unix yazılımı kullanmak gerekmektedir.

Program iki modelden oluşmaktadır. Kentsel büyüme dinamiklerini simüle etmek için UGM (Urban Growth Model) ve arazi kullanımındaki değişimleri modellemek içinse LCD (Landcover Model) modelini kullanır. Yazılımın ana modülü UGM(Urban Growth Model) dediğimiz kentsel büyüme modelidir. LCD program çalıştıktan sonra isteğe bağlı olarak, UGM algoritması tarafından çağrılır. UGM, LCD modelinden bağımsız olarak da çalışabilmektedir.

Modele ait kurallar tipik hücresele otomat kurallarından çok daha karmaşık olup yol, topoğrafya, mevcut ve geçmişe ait yerleşim dağılımı gibi birçok veri katmanı gerektirmektedir (Atak, 2013).

İki modelin birleşiminden oluşturulan SLEUTH'u çalıştırmak için yazılıma entegre edilmiş açık kaynak kodlu yazılımlarında ayrı ayrı derlenmesi gerekmektedir. Program "grow" uygulama dosyasına verilen "test", "calibrate" ve "predict" komutları ile çalışmakta modele ait değişkenler ve parametreler ise senaryo dosyasında yapılan değişikliklerle tanımlanmaktadır.



**Şekil 3.7** SLEUTH modeli iş akış şeması.

Sleuth modelinde üç işlem aşaması bulunmaktadır. Bunlar; test, kalibrasyon ve kestirim aşamalarıdır. Test aşamasında oluşturulan girdi verilerinin model için uygunluğu sorgulanır ve eğer başarılı biçimde sonuçlanırsa kalibrasyon aşamasına geçilir. Yerel alanın geçmiş büyüme eğilimini tekrarlaması için büyümeyi karakterize eden parametreler kalibre edilir ve belirlenen parametreler ile kestirim aşaması başlatılır. Kestirim aşaması da kentin büyüme simülasyonunu oluşturur.

### 3.4.1 SLEUTH Modelin Seçilmesinin Nedenleri

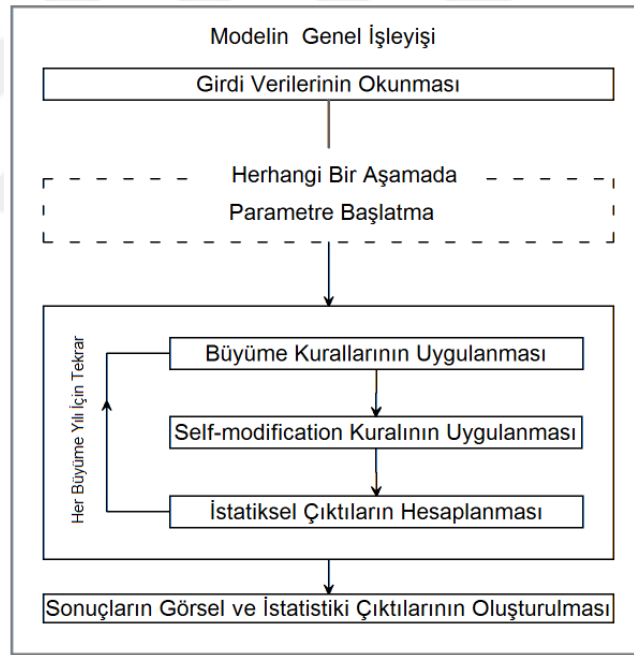
Modelin seçilmesinin birçok faktörü vardır:

- İlk olarak model bağımsız, dinamik ve geleceğe yönelik olup, bu araştırmada kentsel büyüme simülasyonunun temel şartlarına uygundur.
- İkincisi modeldeki kentsel büyümeyi yönlendiren davranış kuralları sadece komşu hücrelerin mekânsal özelliklerini değil mevcut kentsel mekânı, ulaşımı ve arazi kullanımındaki eğilimlerini de göz önünde bulundurmaktadır. Ulaşım ve arazi koşullarının, arazi kullanımındaki değişiklikleri yönlendiren önemli faktörler olduğu keşfedilmiştir (Yang, 2000).

- Üçüncüsü kentsel büyümenin normalden fazla, durgun veya başka bir deyişle doğrusal normal büyüme gelişiminden sapmaya neden olursa model kendi kendini değiştirebilir. Bu makul bir büyüme tahmini üretmek için önemlidir.
- Son olarak, farklı araştırma ekipleri tarafından geliştirilen mevcut birçok modelin aksine, bu modelin tasarımı, farklı veri kümelerine sahip bölgelerde uygulanmasına izin vermektedir. Belirli bir bölgede uygulanması için geliştirilmemiştir. Açık kaynak kodlu olması ve araştırmacının kalibrasyon ve senaryo tasarımında yapacağı değişimler ile simülasyon üzerinde temel değişimlere izin verir.

### 3.4.2 SLEUTH Modelinin Çalışma Prensipleri

Modelin genel işlem yapısı aşağıdaki diyagram ile gösterilmiştir. İşleyiş dört ana aşamadan oluşmaktadır: verinin okunması, başlangıç parametrelerinin ayarlanması, büyüme döngülerinin oluşturulması ve son olarak çıktıların oluşturulmasıdır.

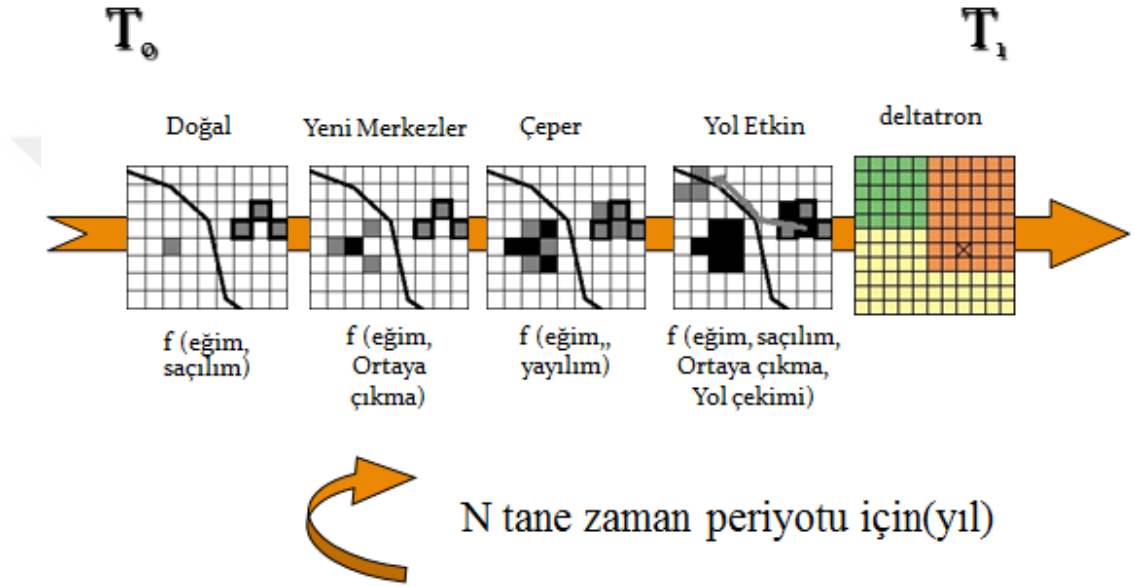


**Şekil 3.8** Modelin genel işlem yapısı.

Sleuth modeli simülasyonu başlatmak için girdi verilerine ihtiyaç duyar. Simülasyon bu girdi verilerinin birbiri ile ilişkilendirilmesi sonucu elde edilen parametrelerin değerlendirilmesi ve katsayı kümesinden seçilen bir katsayı dizisi ile büyüme döngüleri başlamaktadır.

Büyüme döngüsü, SLEUTH hesaplamalarının temel birimidir farklı bir ifade ile Şekil 3.9 gösterilen her bir iteratif çözümü belirtmektedir. Modelde tanımlanmış büyüme kuralları mevcut hücrelerin her birine tek tek uygulanır. Kent olma olasılığının sorgulanacağı hücreler model tarafından rastgele seçilmekte ve seçilen hücreye komşu olan hücrelerin özelliklerini ve buna bağlı olarak büyüme oranı sonuçları değerlendirilmektedir. Bu işleme genel olarak büyüme döngüsü denir.

Büyüme döngüsü içinde ilk olarak rastgele seçilmiş bir hücreye modelin büyüme kuralları aşağıdaki sıralama ile uygulanmaktadır.



Şekil 3.9 Büyüme kurallarının uygulanması (Clarke, 1997).

Büyüme kurallarının uygulanmasından sonra self modification fonksiyonu ile büyüme oranı sonuçları değerlendirilmektedir. Eğer büyüme oranı, en yüksek eşik değer (Critical Highs) ve en düşük eşik değer (Critical Lows) üzerinde veya altında kalırsa kendi kendini düzenleme (self-modification) işlemi uygulanır.

Self-modification işleminde kullanılan BOOM, BUST, ROAD\_GRAV\_SENSITIVITY, SLOPE\_SENSITIVITY, CRITICAL\_LOW, CRITICAL\_HIGH değişkenleri senaryo dosyasında belirtilmekte ve modelin bitimine kadar aynı kalmaktadırlar.



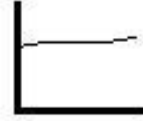
#### **Ani Büyüme**

Saçılım Katsayısı 1.0'dan büyük olan değer ile çarpılır.  
Yayılım Katsayısı 1.0'dan büyük olan değer ile çarpılır.  
Ortaya Çıkma Katsayısı 1.0' dan büyük olan değerle çarpılır.



#### **Normal Büyüme**

Yol çekim değeri yol yüzdesiyle beraber yükselir.  
Ortalama eğim %10 'dan büyük ise yayılma katsayısı artar.  
Mevcut kent ile 0.2\*% Eğim direncinde yükselme



#### **Az veya Hiç Büyüme Olmaması**

Saçılım Katsayısı 1.0'dan küçük olan değerle çarpılır.  
Yayılım Katsayısı 1.0'dan küçük değele çarpılır.  
Ortaya Çıkma Katsayısı 1.0'dan küçük değerle çarpılır.

**Şekil 3.10** Kendini değiştirme büyüme davranışları (Clarke ve Gaydos, 1998).

Büyüme döngüsünde büyüme oranı eğer kritik değerden düşükse buna ani büyüme, küçükse az veya büyüme olmama durumu, ani ile az veya hiç büyüme olmaması durumuna da normal büyüme denir. Eğer büyüme oranı kritik yüksek değerden büyükse katsayıları Boom durumuna göre düzenler. Oran kritik alçak değerden küçükse de katsayıları Bust durumuna göre düzenlemektedir (Gigalopolis, 2017).

Büyüme döngüsü simülasyon başlangıç tarihi ile bitişi tarihinin arasındaki fark (N) kadar tekrar etmektedir. N burada başlangıç tarihi ile bitişi tarihinin arasındaki her bir tekil yılın sayısını temsil etmektedir. Bu tekil yılların oluşturduğu büyüme döngüleri dizisine temel simülasyon denir. Yazılımda her bir MC iterasyonu bir temel simülasyonu ifade etmektedir.

### **3.4.3 Modelin Girdi Verileri**

SLEUTH modelinde kentsel büyüme simülasyonunu başlatabilmek için beş farklı tipte veri seti gerekmektedir (eğer arazi kullanımı analize dahil ise altı farklı tip gerekir). Bunlar eğim, arazi kullanımı, bölgeleme, yerleşim alanları, ulaşım ve gölgeli haritalardır. Tüm verilerde sıfır, var olmayan veya boş bir değeri ifade ederken  $0 < n < 256$  değerleri canlı veya mevcut olarak tanımlayabileceğimiz değerlerdir.  $0 < n < 256$  değerine kadar belirli katmanlar için ağırlıklandırma sistemi uygulanabilir. Modelin ihtiyaç duyduğu tüm girdi verileri raster veri formatında ve aynı sayıda satır ve sütundan oluşmalıdır.



Tüm veri tipleri için format standartları şunlardır:

- Gri tonlamalı GIF formatında 8 bitlik görüntülerdir.
- Görüntüler ortak datum ve koordinat sisteminde olmalıdır.
- Aynı çözünürlükte olmalıdır (sıra ve sütun sayıları eşit).
- İsimlendirme formatına uygun hazırlanmalıdır.

Modelin adı, modeli çalıştırmak için gereken verilerin adlarının baş harflerinden oluşmaktadır:

- Slope (eğim)
- Landuse (arazi kullanımı)
- Excluded (bölgeleme)
- Urban (yerleşim)
- Transportation (ulaşım ağı)
- Hillshade (gölgeli rölyef veri)

Modelin çalışması için en az dört periyot yerleşim yeri verisi, en az iki periyot ulaşım ağı verisi, kullanılacaksa en az iki periyot arazi kullanımı ve birer periyot eğim, bölgeleme ve gölgelendirmiş veri gerekmektedir.

İsimlendirme formatı belirtilen standartlar gözönünde bulundurularak yapılmalıdır. Örneğin: (<araştırma alanı>.veritürü.<yılı>.gif) şeklinde olmalıdır.

*Eğim:* Kentsel büyüme için uygun alanın belirlenmesinde en temel değişkenlerden biri alanın topoğrafyasıdır. Düz bir alanda kentin büyümesi en kolay büyüme şeklidir. Eğim arttıkça alanlar daha az uygun olmaya başlamaktadır. Eğim değeri derece olarak değil yüzde olarak ifade edilir. Bu nedenle eğim verisi 0 ile 100 ve arası değerleri kapsamaktadır. Gelişmenin eğimden dolayı daha fazla ilerleyemeyeceği son noktayı senaryo dosyasındaki bir değişken olan CRITICAL\_SLOPE belirler (Gigalopolis, 2017).

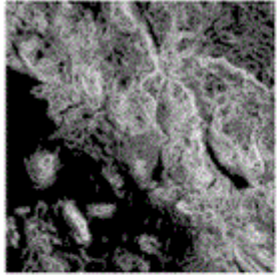

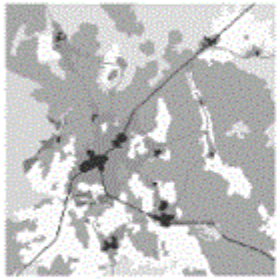


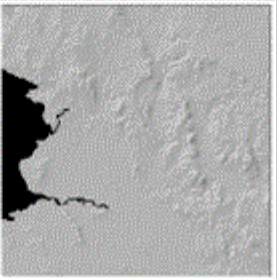
*Arazi Örtüsü:* Gri tonlamalı arazi kullanımı görüntülerinde her bir piksel değeri, bir arazi kullanımı sınıfını temsil eder. Her bir pikselin hangi sınıfı temsil ettiğini senaryo dosyasından tanımlayabilir ve çıktı görüntülerindeki sınıfların renklerini rgb veya hex kodu olarak belirletilebilir. Arazi sınıflarına ait özel 3 adet flag vardır. Bunlar URB, UNC ve EXC' dir. Eğer bir sınıfa URB atanırsa SLEUTH modeli bu sınıfı kent olarak algılar ve büyüme bu sınıfta görülür. UNC atanırsa bu sınıfın görüntüdeki hiçbir sınıfı temsil etmediğini belirtilir. EXC ise hiçbir şekilde kentleşmeyecek görüntü sınıfını temsil eden piksel değerleri için kullanılmaktadır.

*Bölgeleme:* Kentsel büyümeye uygun olan ve uygun olmayan alanları tanımlamaktadır. Her bir piksel değeri, oluşturulan senaryoya bağlı olarak koruma düzeylerine göre, arazi kullanımı türlerine göre 0 ile 100 değerleri arasında belirli ağırlık değerleri verilmektedir. Değer, 100'e yaklaştıkça kentleşme dışı bırakılacak alanları ifade etmektedir. 0'a yaklaştığında ise kentleşme olasılığı yüksek olan alanları temsil etmektedir. SLEUTH modelinde her bir senaryo kendisi için hazırlanan çıkarma katmanına göre değerlendirilir (Gigalopolis, 2017; Atak, 2013).

*Yerleşim:* Bu katman SLEUTH modeli ile kentsel büyümenin belirlenmesinde kullanılan temel verilerden biridir. Yerleşim verisi yerleşim ya da yerleşim olmayan yerler olarak ikili değerlerden oluşan bir yapıdadır. Yalnız oluşturulan senaryoya bağlı olarak 0 ile 100 değerleri arasında ağırlıklandırma da uygulanabilir. En az dört periyot gereken yerleşim verisinin ilk periyotu çekirdek (seed) verisi olarak kullanılmakta olup modeli başlatmak için kullanılır. Bunu takip eden periyotlar ise kontrol ve istatistiksel olarak en uygun parametrelerin tespit edilmesinde kullanılmaktadır (Gigalopolis, 2017).

*Ulaşım Ağı:* Model içinde yer alan yola bağlı büyüme dinamikleri, erişilebilirliği yüksek alanlar üzerine dikkati çekerek, kentsel büyüme eğilimini simüle etmektedir. Kalibrasyonda erişilebilirliğin kentsel büyüme üzerine etkisini belirleyebilmek için, zaman içinde kentsel büyüme ile beraber değişim gösteren yol katmanları tercih edilmektedir. Model, en erken tarihe ait yol katmanı ile başlamaktadır. Büyüme döngüsü veya zamanın geçmesi ile daha sonraki tarihlere ait yol katmanları elde edilmektedir. Yeni katman sürece dâhil edilerek okunmakta ve gelişim buradan itibaren başlamaktadır Yol verisinin ikili değerlerden oluşması zorunlu değildir ve kent için bazı bölgelerin çekiciliğini artırmak amacı ile yolların bazıları 0 ile 100 değerleri arasında ağırlıklandırılabilir. (Gigalopolis, 2017; Atak, 2013).

*Gölgeli Rölyef*: Gri tonlamalı arka plan, görselleştirme ve çıktı görüntüyü yorumlama kolaylığı sağlayan veridir. Bu veri kentsel büyüme simülasyonunda kullanılmamakta sadece çıktı görüntülerle birleşerek görsel olarak tanımlanmasında büyük kolaylık sağlamaktadır (Gigalopolis, 2017).

	<b>EĞİM</b>		<b>YERLEŞİM</b>
	<b>ARAZİ KULLANIMI</b>		<b>ULAŞIM AĞI</b>
	<b>EXCLUDED</b>		<b>GÖLGELİ RÖLYEF</b>

Şekil 3.11 SLEUTH girdi verileri (Gigalopolis, 2017).

#### 3.4.4 Büyüme Katsayıları

Sistemde büyüme kurallarını karakterize eden saçılım katsayısı, eğim katsayısı, ortaya çıkma katsayısı, yol etkisi katsayısı ve yayılım katsayısı olmak üzere beş farklı katsayı vardır. Katsayılar tam sayı değerinde ve 0 ile 100 arasında değer almaktadır. Bu değerler simüle edilen kentin geçmiş verileriyle kıyaslanarak kalibre edilir. Aşağıda bu katsayıların büyümeyi nasıl etkilediği ve nasıl elde edildiği anlatılmıştır.

*Saçılım katsayısı (Diffusion)*: Doğal büyüme uygulanırken bir kentleşme ihtimali olan pikselin kentleşme için kaç defa rastgele olarak seçildiğini kontrol eder. Yol etkisi ile büyümede saçılım katsayısı ulaşım ağı boyunca oluşan piksellerin rastgele ne kadar ilerleme yaptığını veya kentleşme için olabirliğini kontrol etmektedir. (Gigalopolis, 2017).

Katsayı değeri aşağıdaki formül ile hesaplanmaktadır:

$$\text{saçılım değeri} = ((\text{saçılım katsayısı} * 0.005) * \sqrt{(n. \text{satır}^2 + n. \text{sütun}^2)})$$

Saçılım katsayısı yol etkin büyüme kuralına aşağıdaki biçimde uygulanmaktadır:

$$\text{çalışma değeri} = (\text{yollar}(i, j) / \text{max\_yol\_değeri}) * \text{saçılım katsayısı}$$

Eğer “yol çekim\_katsayısı” tarafından tanımlanan maksimum yarıçap içerisinde yol bulunur ise geçici bir kent hücresi, seçilmiş hücreye en yakın yol üzerindeki bir noktaya yerleştirilmektedir. Ardından, bu geçici kent hücresi yol boyunca difüzyon katsayısı parametreleri ile tesadüfi gezinmeyi yönetmektedir. Hücrenin son konumu, daha sonra yeni bir kentsel yayılma çekirdeği olarak dikkate alınmaktadır (Gigalopolis, 2017).

*Eğim katsayısı (Slope)*: Bir bölgenin kentleşmesi için uygunluğu sorgulanırken konumunun eğimi de dikkate alınmalıdır. Düşük eğimli alanlarda kentsel büyüme yüksek eğimli bölgelere nazaran daha kolaydır. Eğim yüzdesi modelde standart olarak kritik eğim dediğimiz değer %21 olarak belirlenirken bu değer çalışma alanına göre düzenletilebilmektedir. Kentsel büyüme kritik eğimden fazla olan alanlarda durmaktadır. Bu nedenle tüm büyüme kurallarının algoritmalarında eğim katsayısı bir değişken olarak aynı şekilde etkilidir (Gigalopolis, 2017).

*Ortaya çıkma katsayısı (Breed)*: Doğal büyüme kuralına göre kentleşmiş bir hücrenin, yeni yayılma merkezi kuralına göre bir büyüme gerçekleştirme olasılığını tanımlamaktadır. Yol etkin büyüme kuralına göre ise yolculuk süresi kadar büyüme döngüsü sayısını belirlemektedir. Eğer bir hücrenin yola ait bir komşu hücresi var ise bütün komşu hücreleri yol çekim olarak belirlenir. Her bir döngüde ortaya çıkma katsayısındaki artış daha fazla kentsel büyüme merkezi olduğunu gösterir (Gigalopolis, 2017).

*Yayılım katsayısı (Spread)*:Çeper büyüme kuralına göre yeni yayılım merkezine ait bir hücrenin komşuları içerisinde yeni bir kent hücresi oluşturma olasılığını tanımlamaktadır. Örneğin komşu kent hücre sayısının ikiden büyük olduğu 3x3 moore komşuluğunda yeni bir kent durumu alacak hücrenin olup olmayacağını denetlemektedir (Gigalopolis, 2017).

*Yol çekimi katsayısı (Road Gravity)*: Yeni oluşacak kent hücresinin yol çekimi ile ulaşım ağının çevresinde oluşup oluşmayacağını denetler. Katsayı değeri ulaşım ağı genişledikçe artmakta ve yolların çevresinde kentler daha geniş bir alana yayılmaktadır. Bir ulaşım ağı boyunca seçilen bir hücrenin maksimum arama mesafesi kullanılan girdi görüntüsünün boyutları ile orantılı bir biçimde belirlenir.

$$\text{yol çekim değeri} = (\text{yol çekim katsayısı}/\text{max\_yol\_değeri}) * ((\text{sütun} + \text{satır})/16)$$

$$\text{Maksimum arama değeri} = 4 * (\text{yol çekim değeri} * (1 + \text{yol çekim değeri}))$$

Denklemden maksimum çekim değeri 100 olarak tanımlanmaktadır. Yol çekim değeri yol aramak için seçilen kent hücresine denk gelen maksimum komşu sayısını tanımlamaktadır. Eğer yol çekim değeri yol çekimi katsayısından küçük ise bu hücre kentleşecektir (Gigalopolis, 2017).

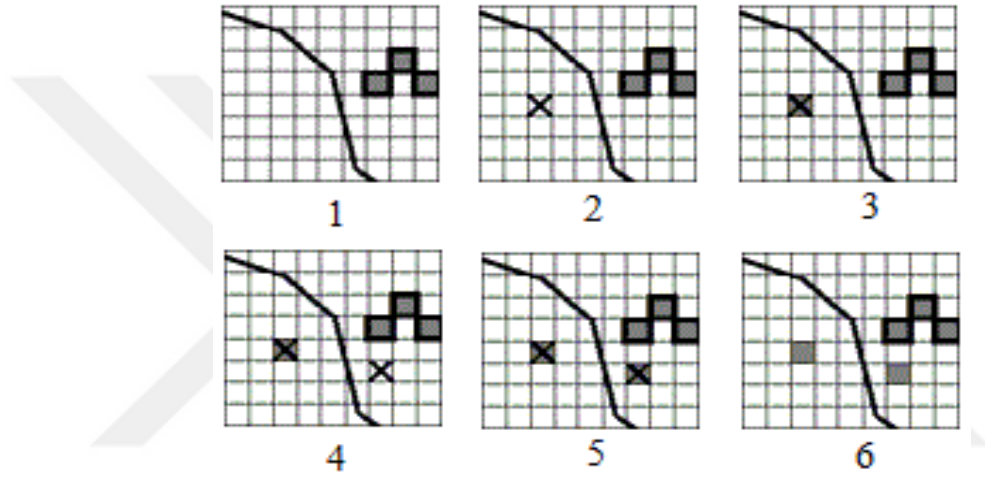
### **3.4.5 Modelin Büyüme Kuralları**

Modelde kullanılacak girdi verilerinin ilişkilendirilmesi sonucu elde edilen parametrelerin değerlendirilmesi ile kurallar uygulanmaya başlamaktadır. Model önceden belirlenmiş bir takım büyüme kuralları ile tanımlanmış olup, bu büyüme kuralları hücrelere tek tek uygulanmaktadır. Hücreler model tarafından rastgele seçilmekte ona komşu olan hücrelerin özelliklerini değerlendirmektedir. (Gigalopolis, 2017; Atak, 2013).

Kentsel büyümenin simülasyonu için büyüme katsayılarına bağlı olarak dört farklı büyüme kuralı uygulanmaktadır. Bu kurallar doğal, yeni yayılma merkezleri, çeper ve yol etkisi ile büyüme kurallarıdır (Gigalopolis, 2017).

*Doğal Büyüme Kuralı*, saçılım ve eğim katsayılarının bir fonksiyonudur. Saçılım katsayısı ile kentsel büyüme arasında doğrusal bir ilişki vardır. Saçılım katsayısı arttıkça kentsel büyümede artar. Genelde bu tip büyümeler gelişmemiş bölgelerdeki yerleşimlerin gelişimini modellemektedir. Eğer t anında rastgele seçilen, kent olmayan hücrenin, kent olan hücrelere yakın olması, hesap dışı bir alan değilse veya eğim şartını sağlıyorsa bu hücrenin kentleşme olasılığına sahip olduğunu belirtir. Eğer kent olan bir hücre seçilmişse veya kentleşme durumundan çıkarılmışsa seçilen hücrenin durumu t+1 anında değişmeyecektir (Gigalopolis, 2017).

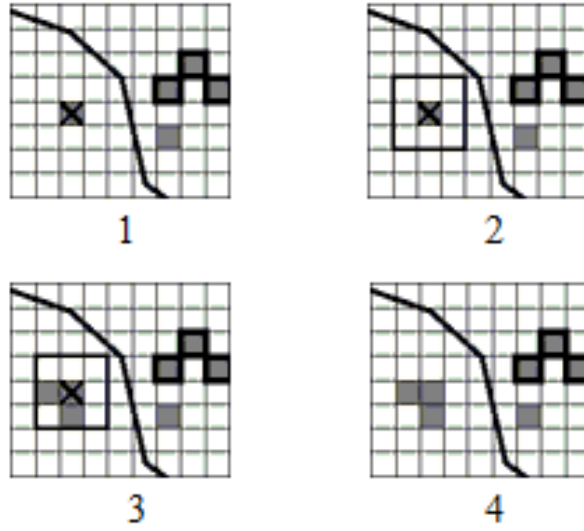
$$U(i, j, t + 1) = f1[\text{saçılım katsayısı}, \text{eğim katsayısı}, U(i, j, t), \text{rastgele}]$$



**Şekil 3.12** Doğal büyüme kuralı'na göre kentsel büyüme (Gigalopolis, 2017).

*Yeni Yayılma Merkezleri Kuralı*, ortaya çıkma (breed) katsayısı ve eğim katsayısının (slope) bir fonksiyonudur. Doğal büyüme kuralı ile kentleşen her hangi bir hücrenin kent merkezi olma olasılığını tanımlamaktadır. Bu kurala göre yeni kentleşmiş olan bir hücre 3x3 moore komşuluğu içerisinde kendisinden başka kent hücresi yoksa ve çevresindeki 2'ye kadar kent olma koşulunu sağlayan komşu hücreler varsa, ortaya çıkma katsayısı bu hücreleri belirleyip t+1 anında kent yapmak zorundadır. Bu sayede seçilen hücrenin etrafında kent yayılım gösterecektir (Gigalopolis, 2017).

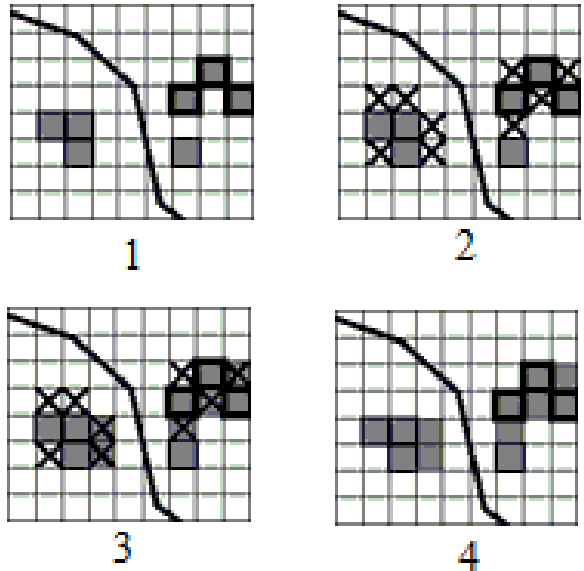
$$U'(i, j, t + 1) = f2[\text{ortaya çıkma katsayısı}, U(i, j, t + 1), \text{rastgele}]$$



**Şekil 3.13** Yeni yayılma merkezleri şeklinde kentsel büyüme (Gigalopolis, 2017).

*Çeper Büyüme Kuralı*, bu kural ile mevcut kent hücreleri yerleşim sınırından itibaren genişlemektedir. Çeper büyümesi kent merkezinin çevresindeki kent doluluğunu simüle etmektedir. Kural yayılım ve eğim katsayısının bir fonksiyonudur. Hem  $t+1$  anında ikinci adımda yeni oluşan kent hücrelerini hem de daha önceden kentleşmiş hücreleri çoğaltır. Bu nedenle kent olmayan bir hücrenin en az 3 tane kent komşusu varsa yayılım katsayısı bu hücreleri kent olarak belirleyecektir(Gigalopolis, 2017).

$$U(i, j, t + 1) = f3[\text{yayılım katsayısı}, \text{eğim katsayısı}, U(i, j, t), U(k, l), \text{rastgel}]$$



**Şekil 3.14** Çeper büyüme kuralına göre kentsel büyüme (Gigalopolis, 2017).

*Yol Etkin Büyüme Kuralı*, Yol etkin büyüme ulaşım ağının kentsel büyüme üzerindeki etkisini simüle etmektedir. Bu büyüme kuralı yol ağı boyunca şartları sağlamak koşulu ile kentleşmeyi teşvik etmektedir. Kural ulaşım ağının büyümeye etkisini, yollara bitişik yayılma merkezleri oluşturarak taklit eder. Bu büyüme türü saçılım, ortaya çıkma, eğim ve yol çekim katsayıları tarafından kontrol edilmektedir.

İlk olarak ortaya çıkma katsayısının tetiklediği yeni oluşan kent hücrelerinin çevresinde yol hücresi olup olmadığı aranır. Bu arama işlemi için yol etkisi katsayısının tanımladığı 3x3, 4x4, 5x5, nxn büyüklüklerinde arama matrisleri kullanılır. Eğer arama matrisi bir yol hücresi bulursa geçici bir kent hücresi seçilen hücreye en yakın yola konumlandırılır. Bu geçici kent hücresi yol doğrultusunda saçılım katsayısı ile belirlenen adım sayısı kadar rastgele ilerletilir. Hücrenin son konumu daha sonra yeni bir kentsel yayılma merkezi olarak kullanılır. Bu geçici kent hücrenin komşularından seçilen rastgele bir komşusu kent olma olasılığını taşıyorsa kent olmaktadır, eğer iki bitişik komşusu varsa, ikisi de kent durumunu geçecektir. Yol etkin büyüme kuralı ile geçici kent hücrelerinin oluşturulmasında, konumlandırılmasında, kentleşmesindeki basamaklar aşağıdaki gibidir.

$$U'(k, l, t + 1) = f_{4.1}[U(i, j, t), \text{yol çekim katsayısı}, R(m, n), \text{rastgele}]$$

Burada i, j, k, l, m ve n hücre koordinatlarını R(m, n) ise yol hücresini tanımlamaktadır. Yol boyunca rastgele ilerleme sayısı aşağıdaki gibi ifade edilir:

$$U''(i, j, t + 1) = f_{4.2}[U'(k, l, t + 1), \text{saçılım katsayısı}, R(m, n), \text{rastgele}]$$

Burada (k, l) (i, j)' nin komşularıdır. Eğer ilerleme sonunda geçici hücrenin konumunu (p, q) le tanımlarsak yeni yayılma merkezleri şu şekilde tanımlanır:

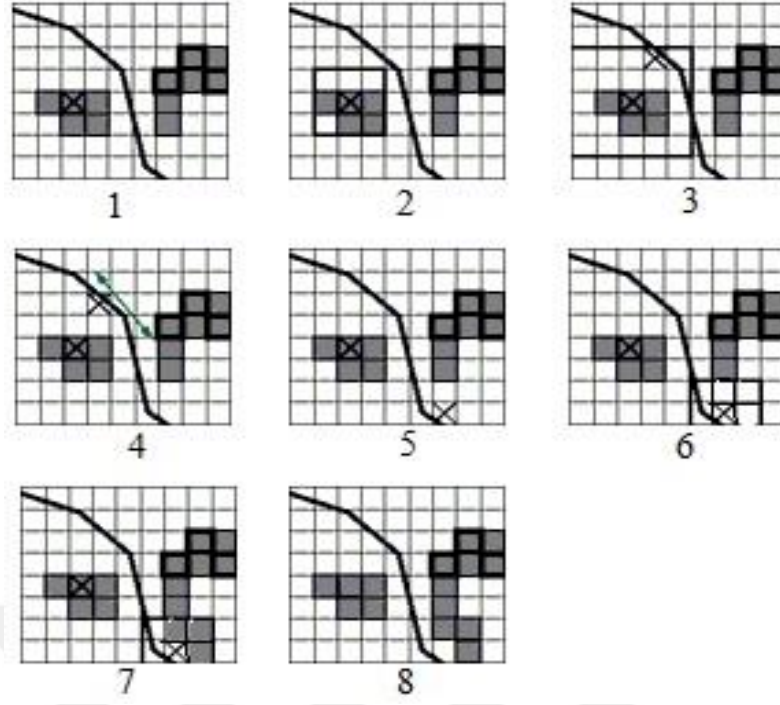
$$U'''(i, j, t + 1) = f_{4.3}[U''(k, l, t + 1), R(m, n), \text{eğim katsayısı}, \text{rastgele}]$$

Son olarak iki bitişik komşu varsa komşu kentleşmiş hücreler şu şekilde eklenir:

$$U''''(i, j, t + 1) = f_{4.4}[U'''(p, q, t + 1), \text{eğim katsayısı}, \text{rastgele}]$$

(i, j) ve (k, l), (p, q)'nun en yakın komşularıdır(Gigalopolis, 2017).





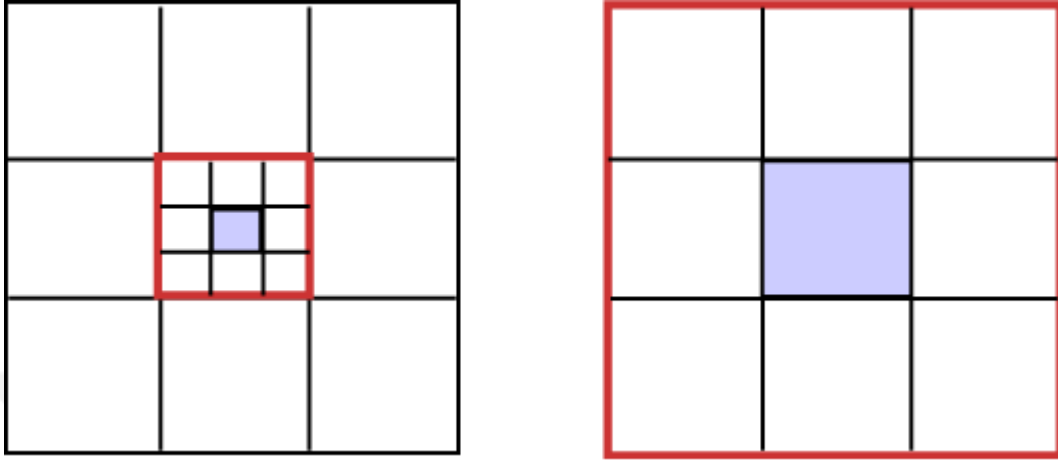
Şekil 3.15 Yol etkisi büyüme kuralına göre kentsel büyüme (Gigalopolis, 2017).

### 3.4.6 Model Kalibrasyonu

SLEUTH modelinde kalibrasyon aşaması kentsel büyüme karakteristiğinin yakalanması ve modelin başarı ile kestirimi için çok önemlidir. Kalibrasyon aşamasında model, geçmişteki büyüme eğilimini tekrarlaması için eğitilmektedir. Kalibrasyon yaklaşımıyla yerel alanın kentsel büyüme dokusunu planlama, ekonomik, yasal, politik, fiziksel ve yönetsel faktörler ile kentsel büyümenin zaman mekân dinamiklerini sentezleyerek araştırır.

Kalibrasyon aşaması kendi içinde 3 aşamadan oluşmakta ve kestirim aşaması için en uygun katsayı değerlerini üretmektedir. Bu aşamalar sırasıyla ilk, hassas ve son kalibrasyon alt aşamalarıdır. Test ve kestirim aşamalarından farklı olarak kalibrasyon aşamasında RUN işlemi çalışmaktadır. RUN işlemi “START\_”, “STOP\_” VE “STEP\_” pointerları tarafından oluşturulan beş katsayı aralığı için olası seçimlerin permütasyonu kadar çalıştırılmaktadır ve her işlem RUN işlemi içinde Monte Carlo sayısı kadar geçmiş simülasyonu tekrarlamaktadır.

En uygun katsayı değerleri hesaplanan 13 adet metriği Brute Force Calibration yöntemini kullanarak belirlemektedir. Brute Force metodu her katsayı dizisinin olası seğilimini simüle ederek gözlemler. Yöntem modeli kalibre ederken verinin mekânsal çözünürlüğünü her aşamada arttırıp, katsayı aralık değerini azaltmaktadır.



**şekil 3.16** Tam ve  $\frac{1}{4}$  oranında küçültülmüş çözünürlük aralığında örnek gösterimi (Li ve Yeh, 2001).

Product, Compare, Population, Edges, Clusters, Cluster Size, Lee-Sallee, Slope, % Urban, X-Mean, Y-Mean, Rad, F-Match istatiksels sonuçları her kalibrasyon aşamasında en olası katsayı dizisini seğmek için üretilen verileri sıralamaktadır. Aynı zamanda bu metrikler modelin doğruluğunu lęmektedir. Her biri mevcut durum ile tahmin edilen model arasındaki uyumu belirlemek için kullanılmaktadır. Farklı bir ifade ile hücrelerin modellenen ile geręek dağılımları arasındaki ilişkiyi göstermekte ve Brute Force yöntemiyle gözlemlenen katsayı dizilerinin kentsel büyümeyi ne lęde tahmin ettiği kontrol edilebilmektedir (Gigalopolis, 2017).

Bu metrik değerlerinden hangisini kullanılarak katsayı dizisi seğimi yapılacağı konusu üzerinde bir kesinlik yoktur. Literatürdeki son çalışmalarda katsayıların OSM yöntemiyle belirlenmesi önerilmektedir (Dietzel ve Clarke, 2007). Bu nedenle kentsel büyümeyi karakterize eden katsayıların belirlendiği kalibrasyon aşamasında Optimum SLEUTH Metric (OSM) kullanılmıştır.

OSM yöntemi, Dietzel ve Clarke (2007) tarafından geliştirilmiş ve her bir kalibrasyon sonrasında hesaplanan ölçütlerden; Compare, Pop, Edges, Clusters, Slope, X-Mean ve Y-Mean ölçütleri kullanılarak katsayıların belirlendiği bir yöntemdir (Dietzel ve Clarke, 2007). OSM yöntemine göre her bir RUN işlemi için üretilmiş kullandığı metrik değerleri çarpılarak bir OSM değeri üretilir. OSM değerinin yüksekliğine göre sıralanan üç değerden elde edilen büyüme parametrelerine ait değerler, bir sonraki kalibrasyon aşaması için kullanılmaktadır.

**Çizelge 3.8** Kalibrasyonda kullanılan metrikler ve açıklamaları (Candau, 2002).

Metrik	Açıklaması
<i>Product</i>	Diğer bütün metriklerin birbiri ile çarpımını ifade eder.
<i>Compare</i>	Son yıla ait modellenmiş tüm kent hücre sayısının ile son yıla ait güncel kent hücre sayısının oranıdır.
<i>Population</i>	Kontrol yılları için modellenen kentleşmenin güncel kentleşme ile kıyasının regresyon değeridir.
<i>Edges</i>	Kontrol yılları için modellenen kent sınır sayısı ile güncel kent sınır sayısının kıyası sonucunda elde edilmiş regresyon değeridir.
<i>Clusters</i>	Kontrol yılları için modellenen tüm kent kümelerinin bilinen kent tüm kent kümelerine arasındaki regresyon değeridir.
<i>Cluster Size</i>	Kontrol yılları için ortalama küme ölçüsü değerinin bilinen küme ölçüsü değeri ile kıyaslanmasının regresyon değeridir.
<i>Lee-Sallee</i>	Kontrol yılları için modellenen büyüme ile bilinen büyüme arasındaki şekilsel uyumun ölçülmesidir.
<i>Slope</i>	Kontrol yılları için modellenmiş kent hücrelerinin ortalama eğiminin bilinen kent hücrelerinin ortalama eğimi ile kıyasının regresyon değeridir.
<i>%Urban</i>	Kontrol yılları için kentleşme potansiyeli taşıyan hücre yüzdesinin kentleşmiş hücreler ile kıyasının regresyon değeridir.
<i>X-Mean</i>	Kontrol yılları için modellenen kentleşme hücrelerinin ortalama X değerinin bilinen kent hücrelerinin ortalama X değeri ile kıyasının regresyon değeridir.
<i>Y-Mean</i>	Kontrol yılları için modellenen kentleşme hücrelerinin ortalama Y değerinin bilinen kent hücrelerinin ortalama Y değeri ile kıyasının regresyon değeridir.
<i>Rad</i>	Kent hücrelerini içine alan dairenin ortalama yarıçapına ait regresyon değeridir.
<i>F-match</i>	Arazi kullanımını sınıflarının uyumu ölçütüdür.

Her bir RUN işleminde Monte Carlo simülasyonları tamamlandıktan sonra hafızada depolanmış metrik değerler toplanır ve Monte Carlo tekrar sayısına bölünür. Hesaplanan değer kontrol verisi ile kıyaslanır ve doğrusal regresyon gibi istatistikler hesaplanır. Bu işlem büyüme döngüsündeki yüksek rastlantısallık nedeniyle, model sonuçlarına denge getirmek amacıyla uygulanır (Tanrıöver, 2011).

Kalibrasyonun ilk aşaması olan ilk kalibrasyonda beş büyüme katsayısı değerleri için 0 ile 100 değerleri arasındadır. Bu aralıkta her katsayı değeri için 5'lik adımlarla toplamda 25 adımda çözülür. Veri çözünürlüğü tam ölçünün  $\frac{1}{4}$  oranında olmalıdır.

Hassas kalibrasyonda, ilk kalibrasyonda elde edilen en uygun değerlerden “START\_”, “STOP\_” VE “STEP\_” pointerları belirlenir. Yeni pointerlara göre olası katsayı değer aralığı bir önceki aşamaya göre daralmaktadır. Mekânsal çözünürlük ise  $\frac{1}{2}$  oranında küçültülmüş olur.

Son kalibrasyonda ise hassas kalibrasyondan elde edilecek uygun değerler ile pointerlar belirlenir. Olası katsayı değerler kümesi daha da daralır. Mekânsal çözünürlük verinin tam çözünürlüğü olarak alınır. Bu aşama sonucu üretilen en yüksek olasılıklı katsayı dizisi modelin tahmin aşamasında kullanılmaktadır.

#### **3.4.7 Modelin Kestirimi**

Modelin kestirim aşaması, en son kontrol yılına ait kent verisinden başlayarak, kalibrasyon aşamasında elde edilen yersel alanın temsil eden büyüme katsayıları ile kentsel büyümenin tahminini yapmaktadır.

Kestirim aşamasında da büyüme kuralları uygulanmakta ve büyüme oranı Self-modificaton fonksiyonu ile kontrol edilmektedir. Girdi verilerinin çözünürlüğü tam orandadır. Kestirim simülasyonları Monte Carlo iterasyonu sayısı kadar tekrar edilmekte ve gereken sayıda tekrarlı tahmin yaptıktan sonra simülasyonu durdurmaktadır (Gigalopolis, 2017).

Modelin sonunda her bir tekil kestirim yılı için üretilen GIF formatında kentsel büyüme görüntüleri Whirlgif adlı açık kaynak kodlu bir yazılımla yine GIF formatında ilk tahmin yılından son kestirim yılına kadar ardışık biçimde dizilerek bir animasyon çıktısı üretmektedir.

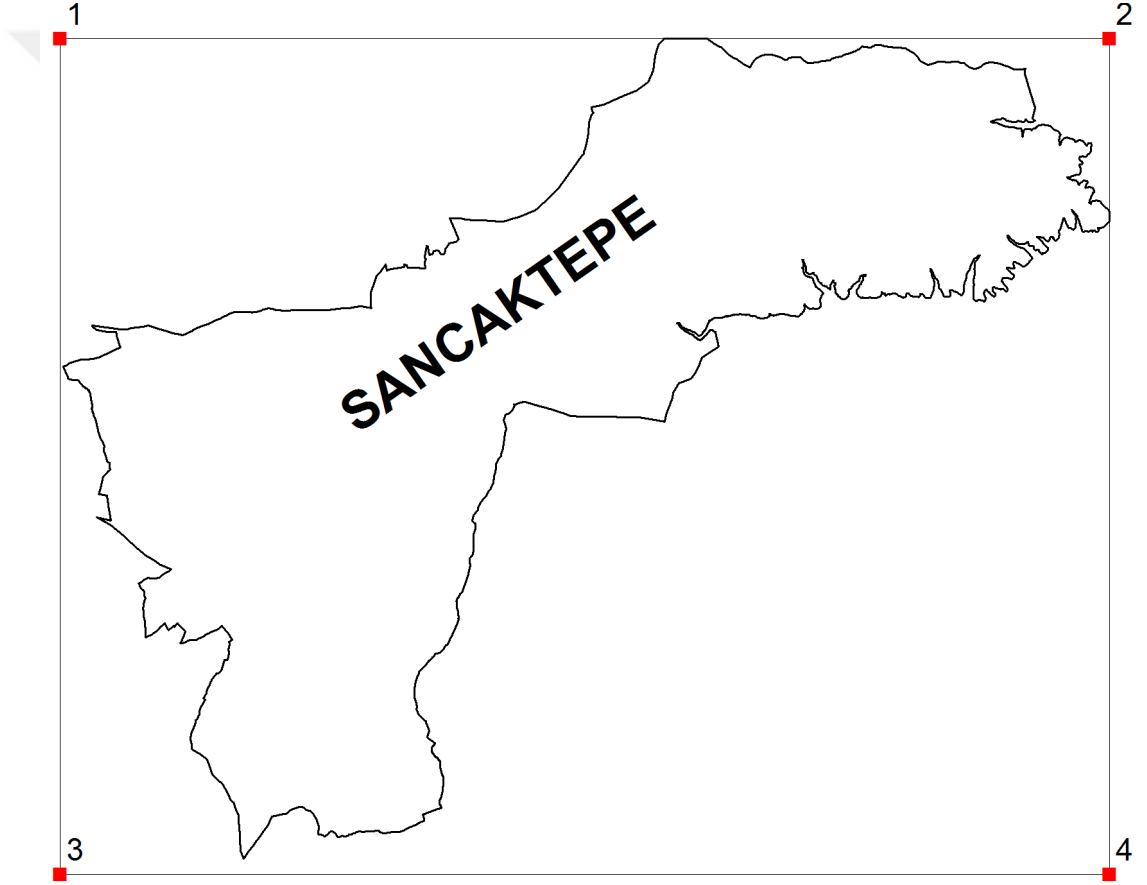
## 4.BÖLÜM

### SLEUTH KENT BÜYÜME MODELİNİN SANCAKTEPE İLÇESİNDE

#### UYGULANMASI

##### 4.1 Çalışma Alanı Sınırı Verisinin Hazırlanması

SLEUTH, hücreli otomat tabanlı bir model olduğundan dolayı standartları gereği bir kafes alanına ihtiyaç duyar. Kafes alanını tanımlamak için İBB'den temin edilen "İlçe Bazında Mahalle ve Köy Sınırları" verisinden hareketle Sancaktepe ilçesini kapsayacak şekilde bir dikdörtgen alanı dört eşlenik noktadan ARCGIS yazılımı aracılığıyla üretilmiştir.



Şekil 4.1 Çalışma alanı sınırı.

Çalışma alanı sınırını belirleyen eşlenik noktalarının koordinat değerleri Çizelge 4.1 ile belirtilmiştir.

**Çizelge 4.1** Çalışma alanına ait köşe koordinatları.

Nokta No	Sağa (m)	Yukarı(m)
1	431440	4546710
2	446320	4346710
3	431440	4534870
4	446320	4534870

Çalışma alanına ait olan koordinat değerleri, TM (Transverse Mercator) projeksiyonunda 3 derecelik dilim orta meridyeni numarası 30°, ölçek faktörü 1 ve memleket koordinat sistemi olarak da bilinen ED50 koordinat sisteminde üretilmiştir.

Eşlenik noktalarına ait belirlenen koordinat değeri SLEUTH yazılımının çalışması için belli şartları taşıması gerekir. Simülasyonda kalibrasyon aşamasının ihtiyaç duyduğu farklı çözünürlükteki girdi veri setlerinin piksel büyüklüğünü bu uygulamada 10m, 20m ve 40m olarak belirlenmiştir. Bu nedenle eşlenik noktalarının oluşturduğu dikdörtgenin kısa ve uzun kenarları 10, 20 ve 40 metreye tam bölünebilmelidir.

Kullanılacak tüm girdi verileri, oluşturulan bu sınırlar içerisindedir. Çalışma sınırı içinde Sancaktepe ilçesine dahil olmayan yerler girdi verilerinden bölgeme verisinde yerleşim yeri olmayacak alan olarak tanımlanacaktır.

#### **4.2 Model Girdi Verilerinin Hazırlanması**

Simülasyonda kullanılacak girdi verileri oluştururken SLEUTH veri standartları göz önünde bulundurularak aynı projeksiyon, koordinat sistemi ve çözünürlükte hazırlanmıştır. Satır ve sütun sayıları 10 metre de 1184 satır 1488 sütun, 20 metrede 592 satır 744 sütun ve 40 metrede 296 satır 372 sütun olarak belirlenmiştir.

Veriler bir coğrafi bilgi sistemleri yazılımı olan ARCGIS yazılımı ile GIF formatında radyometrik çözünürlüğü 8 bit olarak tek bantlı hazırlanmıştır. Gri renk seviyeli bu görüntüler renk bilgisi içermeyip sadece parlaklık bilgisi içermektedir.

#### 4.2.1 Arazi Örtüsü Verisinin Hazırlanması

SLEUTH yazılımında Deltatron modelinin çalışabilmesi için çekirdek yıl olarak kullandığı 1961 yılı ve son güncel kontrol yılı olan 2014 yılına ait iki periyot arazi kullanımı verisine gereksinim duyulmaktadır.

Arazi örtüsü verisi, ARCGIS yazılımı ortamında mekânsal veritabanında parsel sınıfının “*parsel\_kullanimi*” özniteliği aracılığı ile oluşturulmuştur. Bu öznitelik Short Integer veri tipinde ve veri girişi subdomain tanımlamaları yapılarak yapılmıştır.

Girdi verilerinde, 0 değeri sınıfsız bir değeri ifade etmesi ve bu nedenle veri girişinde 0 olarak kayıt edilen yerleşim sınıfının olması yeniden kodlama ihtiyacı doğurmuştur. Bu nedenle arazi kullanımı sınıflarını tanımlamak için Short Integer tipinde “*gri\_code*” isminde yeni bir öznitelik tanımlanarak sınıflara yeni değerler atanmıştır. Bu öznitelikteki kayıtları piksel değeri olarak tanımlayarak vektör formatından raster formatına 10,20 ve 40 metre mekânsal çözünürlüklerle dönüşüm yapılmıştır.

**Çizelge 4.2** Arazi sınıflarının vektör ve raster değerleri.

Arazi Kullanımı Sınıfı	parsel_kullanimi Özniteliği Kodu	Raster Gri Değeri
Yerleşim	0	1
Tarım	1	2
Orman	2	4
2B	3	3
Askeri Alan	4	-
Ham Toprak	5	7

Sancaktepe ilçesi Samandıra sınırları içerisinde askeri hava üssü bulunmasına karşın bu parselde ait kadastral kaydında parsel cinsi tarım alanı olarak belirtilmesi nedeniyle alan tarım alanı olarak tanımlanmıştır.

Son olarak simülasyon yazılımının senaryo dosyasında sınıflara ait flag ve kodlar belirtilmiştir. Bu değerler 1961 ve 2014 arazi kullanımı verileri için benzer tanımlanmıştır.

- LANDUSE\_CLASS= 0, Sınıfsız Alanlar , UNC
- LANDUSE\_CLASS= 1, Yerleşim , URB
- LANDUSE\_CLASS= 2, Tarım
- LANDUSE\_CLASS= 3, 2B
- LANDUSE\_CLASS= 4, Orman
- LANDUSE\_CLASS= 5, Korunan Alanlar , EXC
- LANDUSE\_CLASS= 7, Ham Toprak

**Çizelge 4.3** 1961 yılına ait arazi kullanımı sınıflarının dağılımı.

Arazi Kullanım Sınıfı	Parsel Sayısı	Parsellerin Toplam Boyutu (km <sup>2</sup> )	Piksel Sayısı	Toplam Piksel Sayısına Oranı (%)
Yerleşim	356	0,36	2290	4
Tarım	1687	29,26	287.009	50
Orman	6	5,25	271.087	45,7
Ham Toprak	74	2,36	15.774	0,3



**Çizelge 4.4** 2014 yılına ait arazi kullanımı sınıflarının dağılımı.

Arazi Kullanımı Sınıfı	Parsel Sayısı	Parsel Toplam Alanı (km <sup>2</sup> )	Piksel Sayısı	Toplam Piksel Sayısına Oranı (%)
Yerleşim	30.064	19,16	192.320	34,5
Tarım	949	10,64	108.869	19,5
Orman	31	10,45	235.353	42,2
2B	1548	0,74	8.777	1,6
Ham Toprak	62	1,2	12.326	2,2

Mülkiyet senaryosuna göre yapılacak ikinci simülasyon için üretilecek mülkiyet dokusu, mekânsal veritabanında parsel sınıfının “*parsel\_mulkiyet*” özniteliğinden 1961 ve 2014 yılları için oluşturulmuştur.

Taşınmazlara yönelik mülkiyet genellikle özel ve kamusal mülkiyet (hazine, belediye vb.) olmak üzere iki grupta toplandığı görülmektedir.

Arazi kullanımı verisindeki gibi özniteliğe ait kodlar modele uyumlu olacak şekilde yeni bir öznitelik olarak yeniden düzenlenmiş ve vektör formattan raster formatına dönüştürülmüştür.

**Çizelge 4.5** Arazi sınıflarının vektör ve raster değerleri.

Mülkiyet Sınıfı	“parsel_mulkiyet” Özniteliği Kodu	Raster Gri Değeri
Özel	0	1
Hazine	1	2
Vakıf	2	3
Belediye	3	4
Özel Hazine	4	5
Özel Belediye	5	6
Özel Vakıf	6	7
Hazine Belediye	7	8
Hazine Vakıf	8	9

**Çizelge 4.6** 1961 yılına ait parsel mülkiyetleri sınıflarının dağılımı.

Mülkiyet Sınıfı	Parsel Sayısı	Parsel Toplam Alanı (km <sup>2</sup> )	Piksel Sayısı	Toplam Piksel Sayısına Oranı (%)
Özel	1.763	26,29	280.808	46,3
Hazine	238	8,78	304.958	50,1
Vakıf	1	-	75	0,1
Belediye	118	2,1	20.993	3,5

**Çizelge 4.7** 2014 yılına ait parsel mülkiyetleri sınıflarının dağılımı.

Mülkiyet Sınıfı	Parsel Sayısı	Parsel Toplam Alanı (km <sup>2</sup> )	Piksel Sayısı	Toplam Piksel Sayısına Oranı (%)
Özel	27.110	23,03	237.639	44
Hazine	3.333	15,16	292.319	55
Vakıf	3	0,04	463	-
Belediye	1048	1,6	15.957	0,5
Özel Hazine	372	0,42	34	-
Özel Belediye	785	0,66	4.225	0,1
Hazine Belediye	16	0,03	6.578	0,2

Senaryo dosyasında her bir mülkiyet sınıfının LANDUSE\_CLASS değişkenleri Çizelge 4.5'ye göre belirtilmiş, EXC flag'i kapatılmış ve özel mülkiyet sınıfına da URB flag'i verilmiştir.

#### 4.2.2 Ulaşım –Erişilebilirlik Verisinin Hazırlanması

1961, 1992, 2001, 2013 tarihli periyotlara ait ulaşım verileri kadastral paftalardan sayısallaştırma yoluyla üretilmiştir. Modelin ihtiyaç duyduğu ulaşım verisinin periyot sayısı dört olmasına karşın 2006 yılına ait yol verisi hazır olarak elde edilmiş ve modele dahil edilmiştir. Toplamda beş periyot ulaşım verisi mekânsal veritabanında “yol” sınıfında vektör formatından raster formatına dönüştürülmüştür.

Coğrafi bilgi sistemi ortamında çizgi stilinde oluşturulmuş verilerin, vektör formatından raster formatına dönüşümü mümkün olmamaktadır. Bu nedenle çizgi (line) stilindeki veri ilk olarak yine vektör formatında, alan(polygon) stiline dönüştürülüp, daha sonrasında polygon stilinden raster formatına dönüştürülmüştür.

Ulaşım ağının ağırlıklandırılması yol sınıfında tanımlanan “*agirlik*” özneliğinde belirtilmiştir. Yol sınıfı vektör formatında çizgi(*line*) stilinde oluşturulmuştur.

Samandıra’yı ikiye bölen TEM otoyolu, ilçenin kuzeyinde kalan Şile Otoyolu, Yenidoğan ile Sarıgazi’yi birbirine bağlayan baraj yolu ve Kuzey Marmara Otoyolu Projesinin Paşaköy bağlantı yolları ilçenin ulaşım yükünü çeken en önemli yollar olması nedeniyle 1. derece ulaşım ağı olarak belirtilmiştir. 2. derece ulaşım ağları olarak bölgede çeşitli sayıda bulunan bulvar ve anacaddeler belirtilmiştir. 3. ve 4. derece ağlar ise ara sokaklar veya köy yollarını temsil etmektedir.

**Çizelge 4.8** Yolların seviye ve periyotlarına göre toplam uzunlukları.

Periyotlar	Ulaşım Ağının Seviyesi			
	1 (km)	2 (km)	3 (km)	4 (km)
1961	6,08	-	29,71	85,71
1992	20,57	19,96	65,97	124,33
2001	28,29	107,77	95,1	114,65
2006	27,71	106,98	95,2	114,62
2013	35,58	215,26	446,13	-

### 4.2.3 Yerleşim (Urban) Verisi

Yerleşim verisi, 1961, 1992, 2001 ve 2014 tarihleri için tapu kadastro paftalarından parsel bazlı olarak üretilmiştir. Parsellere ait mülki ve arazi kullanımları bilgileri fen klasörü, değişiklik klasörleri ve tapu kütüklerinden üretilmiştir. Kent verisi, arsa ve 2B tipindeki parsellerden oluşturulmuştur.

2B arazileri ilk üç periyotta mevcut değildir. Bu nedenle sadece son periyotta 2B arazileri kent verisine dâhil edilmiştir. 2B arazileri Samandıraya bağlı Veysel Karani mahallesinde ve Yenidoğan'ın kuzeyi Çekmeköy sınırında mevcuttur.

**Çizelge 4.9** Periyotlara Göre Yerleşim Kütlesinin Yüzdesele Dağılımı

Periyot	Piksel Sayısı	Yüzde
1961	4102	0.7
1992	35576	6
2001	154160	28
2014	191441	34
Toplam Piksel Sayısı:		557675

Parsel tipinin arsa olarak belirtilmesi parselin bir imar parseli olduğunu ifade etmektedir. İmar parselleri arazi ve arsa düzenlemeleri sonucu oluşmaktadır. Oluşturulan bu parseller yapılaşmaya uygun formlar haline getirilmişlerdir ve potansiyelleri ve kullanım amaçları bu yöndedir. Üzerinde herhangi bir yapılaşma olmayan parseller de yerleşim verisine dahil edilmiştir, yerleşim verisinde yapılaşma kriteri göz önünde bulundurulmamıştır.

Bu bağlamdaki kentsel kitle, çekirdek yıl olan 1961'den son kontrol yılı 2014'e kadar yaklaşık %34 oranında genişlemiştir. 1992 periyodundaki önemli artışın sebebi bölgedeki yoğun arazi ve arsa düzenleme işlemlerinin başlamasından kaynaklanmaktadır.

#### 4.2.4 Bölgeleme Verisi

Bölgeleme verisi aşağıda maddeler halinde belirtilen hususlar doğrultusunda hazırlanmıştır.

- Bölgeleme verisinde, kentsel büyümenin ve buna paralel olarak arazi kullanımındaki değişimlerin simüle edildiği senaryoda günümüze kadar olan arazi kullanımı eğilimlerinin gelecekte devam edeceği varsayılmıştır. Araştırma alanında doğal koruma, havza alanları ve tarımsal açıdan yüksek potansiyel yerler modelde koruma altına alınmayarak üzerinde yapılaşmaya uygun bir öngörü konarak oluşturulmuştur.
- İlk periyottan son periyoda kadar orman alanlarının dönüşüm yüzdesi %13 olarak belirlenmiştir. Orman alanlarının dönüşüm yüzdesi olan %13'ün tümleyeni alınarak bölgeleme verisinde orman alanları yüzde 87 oranında kısıtlanmıştır. Bu kısıtlayıcı faktörle orman alanlarının gelecekteki büyüme oranı geçmişteki değişim oranı ile sürdürülebilir kılmak veya farklı bir ifade ile benzer kılınmak istenmiştir.
- Bir önceki maddede belirtilen orman alanlarının kısıtlanmasına benzer olarak tarım alanları içinde kısıtlama yapılması düşünülmüştür. Ancak ilk ve son periyotlar arasındaki tarım bölgelerindeki dönüşümün %62'den fazla bir oranda gerçekleşmesi nedeniyle orman sınıfındaki gibi tarım alanları bu veride ağırlandırılmamıştır.
- Mülkiyet simülasyonunda amaç özel mülkiyet sınıfındaki artışı göstermektir. Ancak planlama koşulları nedeniyle özel mülkiyete ait bazı parsellerde kısıtlamaya gidilmesi gerekmiştir. Bu doğrultuda özel mülkiyetten diğer sınıflara (kamusal) dönüşen bölgeler ÇDP (Çevre Düzeni Planı)'de kontrol edilerek belirlenmiş ve bölgeleme verisine dahil edilmiştir. Bunun nedeni özel mülkiyetten kamuya veya belediyeye geçen taşınmazlar, kamulaştırma yoluyla dönüşmekte ve kamulaştırmaya konu olan bu projeler ÇDP'de yer almaktadır. Bu sayede belirlenen projelerin denk geldiği alanlar bölgeleme verisine tam oranda dahil edilerek hesap dışı bırakılmıştır.
- Aynı zamanda 2017 Nazım İmar Planından DOP ve KOP alanları çıkarılarak, 2014 tarihli özel mülkiyet tipindeki parseller ile çakıştırılmış ve çakışan alanlar tam oranda kısıtlanarak bölgeleme verisine dahil edilmiştir.

### 4.3 Simülasyon Modelinin Oluşturulması

Tez çalışmasında iki farklı senaryo üzerinden kentsel büyüme modeli simülasyonu oluşturulmuş olup, arazi kullanımında ve mülkiyet desenindeki değişimler simüle edilmiştir.

#### 4.3.1 Test Aşaması

Test aşamasında oluşturulan girdi verileri test edilmiştir. Test işlemi başarıyla tamamlanmıştır. Test aşamasıyla her iki simülasyona ait girdi verilerinin program standartlarına uygun olduğu belirlenmiştir. Test aşamasında sonra verilerin kalibrasyon işlemi için uygun olduğu belirlenmiştir. Test aşaması komut satırına “./grow.exe test scenario.sancaktepe10\_test” yazılması ile başlatılmıştır.

#### 4.3.2 Kalibrasyon Aşaması

Test aşamasından sonra her iki simülasyon için üç aşamalı kalibrasyon işlemleri komut satırına “./grow.exe calibrate scenario.sancaktepe < çözünürlük:10,20,40 > \_ < kalibrasyon aşaması: course,fine,final >” yazılması ile başlatılmışlardır. Örneğin: “./grow.exe calibrate scenario.sancaktepe10.fine”. Kalibrasyon aşamasında OSM kalibrasyon yöntemi kullanılmıştır.

Arazi kullanımı simülasyonu için ilk kalibrasyona ait parametreler Çizelge 4.10 ile belirtilmiştir.

**Çizelge 4.10** Arazi kullanımı simülasyonu ilk kalibrasyon sonuçları.

<i>Kat</i> <i>Sayılar</i>	Başlangıç Aralıkları			OSM TOP 3			Seçilen Aralık		
	START	STEP	STOP	1	2	3	START	STEP	STOP
Saçılım	0	25	100	50	100	75	50	10	100
Ortaya Ç.	0	25	100	75	75	100	75	5	100
Yayılm	0	25	100	50	50	100	50	10	100
Eğim	0	25	100	75	75	100	75	5	100
Yol Etkisi	0	25	100	25	100	75	25	15	100

MONTE\_CARLO\_ITERATIONS=8, RUN=3125

İlk kalibrasyonda seçilen aralık değerleri senaryo dosyasına işlenerek hassas kalibrasyon işlemi başlatılmıştır. Çizelge 4.11’de hassas kalibrasyona ait girdi ve çıktı değerleri bulabilirsiniz.

**Çizelge 4.11** Arazi kullanımı simülasyonu hassas kalibrasyon sonuçları.

<i>Kat Sayılar</i>	Başlangıç Aralıkları			OSM TOP 3			Seçilen Aralık		
	Start	Step	Stop	1	2	3	START	STEP	STOP
Saçılım	50	10	100	100	100	100	100	1	100
Ortaya Ç.	75	5	100	100	95	100	95	1	100
Yayılm	50	10	100	60	60	60	60	1	60
Eğim	75	5	100	75	75	75	75	1	75
Yol Etkisi	25	15	100	100	70	70	70	6	100

MONTE\_CARLO\_ITERATIONS=10, RUN=7776

**Çizelge 4.12** Arazi kullanımı simülasyonu son kalibrasyon sonuçları.

<i>Kat Sayılar</i>	Başlangıç Aralıkları			OSM TOP 3		
	START	STEP	STOP	1	2	3
Saçılım	100	1	100	100	100	100
Ortaya Ç.	95	1	100	100	100	100
Yayılm	60	1	60	60	60	60
Eğim	75	1	75	75	75	75
Yol Etkisi	70	6	100	82	94	88

MONTE\_CARLO\_ITERATIONS=10, RUN=36

Sancaktepe ilçesinin arazi kullanımının simüle edildiği senaryoya ait kalibrasyon sonucu elde edilen katsayı değerleri Çizelge 4.13 ile sunulmuştur.

**Çizelge 4.13** Arazi kullanımı için belirlenen katsayı değerleri.

Kat Sayı	BEST_FIT
Saçılım	100
Ortaya Çıkma	100
Yayılm	60
Eğim	75
Yol Çekim	82

Sancaktepe ilçesine ait kentsel büyümede beş katsayısında etkili olduğu görülmüştür. Katsayılar içerisinde en yüksek değeri yayılım (diffusion) ve ortaya çıkma (breed) katsayıları almıştır. Bu sonuçlar bize bölgede yoğun bir biçimde kentsel büyümenin olduğunu göstermektedir. Katsayıların yüksek değer alması dört büyüme kuralının yoğun olarak etkin olduğunu belirtir. Saçılım (diffusion) katsayısı ile rastgele büyümeyi, ortaya çıkma(breed) katsayısı yeni yayılım merkezli büyümeyi, yol etkisi (road gravity) katsayısı ise yol etkin büyümenin etkin olduğunu göstermektedir.

Mülkiyet dokusundaki değişimlerin kestirildiği simülasyon için kalibrasyon işleminin her aşamasına ait girdi ve çıktı değerleri aşağıda belirtilmiştir.

**Çizelge 4.14** Mülkiyet deseni simülasyonu ilk kalibrasyon sonuçları.

<i>Kat Sayılar</i>	Başlangıç Aralıkları			OSM TOP 3			Seçilen Aralık		
	START	STEP	STOP	1	2	3	START	STEP	STOP
Saçılım	0	25	100	1	1	50	1	10	50
Ortaya Ç.	0	25	100	50	75	1	1	15	75
Yayılım	0	25	100	100	75	100	75	5	100
Eğim	0	25	100	1	25	25	1	5	25
Yol Çekim	0	25	100	100	75	50	50	10	100

MONTE\_CARLO\_ITERATIONS=8, RUN=3125

**Çizelge 4.15** Mülkiyet deseni simülasyonu hassas kalibrasyon sonuçları.

<i>Kat Sayılar</i>	Başlangıç Aralıkları			OSM TOP 3			Seçilen Aralık		
	START	STEP	STOP	1	2	3	START	STEP	STOP
Saçılım	1	10	50	11	11	11	11	1	11
Ortaya Ç.	1	15	75	16	16	16	16	1	16
Yayılım	75	5	100	75	75	75	75	1	75
Eğim	1	5	25	6	11	16	6	2	16
Yol Çekim	50	10	100	80	100	80	80	4	100

MONTE\_CARLO\_ITERATIONS=10, RUN=4450



**Çizelge 4.16** Mülkiyet deseni simülasyonu son kalibrasyon sonuçları.

<i>Kat Sayılar</i>	Başlangıç Aralıkları			OSM TOP 3		
	START	STEP	STOP	1	2	3
Saçılım	11	1	11	11	11	11
Ortaya Ç.	16	1	16	16	16	16
Yayılm	75	1	75	75	75	75
Eğim	6	2	16	12	8	14
Yol Etkisi	80	4	100	88	88	100

MONTE\_CARLO\_ITERATIONS=10, RUN=36

Mülkiyet deseninin simüle edildiği senaryoya ait yapılan kalibrasyon sonucu elde edilen katsayı değerleri aşağıdaki çizelge ile belirtilmiştir.

**Çizelge 4.17** Mülkiyet deseni için belirlenen katsayı değerleri.

Kat Sayı	BEST_FIT
Saçılım	11
Ortaya Çıkma	16
Yayılm	75
Eğim	12
Yol Çekim	88

Mülkiyet deseninin yayılımında yayılım (spread) ve yol etkisi (road gravity) katsayılarının etkili olduğu görülmektedir. Kalibrasyon sonucunda bölgenin mülkiyet dokusunun çeper ve yol etkin olarak yayılacağı belirlenmiştir.

### 4.3.3 Kestirim Aşaması ve Çıktılar

Kalibrasyon aşamasından sonra her iki senaryonun kestirim aşaması, komut satırına “./grow.exe predict scenario.sancaktepe10\_predict” yazılması ile başlatılmıştır.

Simülasyonların başlangıç parametreleri; monte carlo döngüsü sayısı 100, başlangıç tahmin yılı 2014 ve son tahmin yılı 2070 olarak ayarlanmıştır.

Arazi kullanımına ait simülasyon sonucuna göre tarım arazilerinin %79'u, orman alanlarının %2'si ve ham toprak arazilerinin %85'i kent alanına dönüşmüştür. Paşaköy, Samandıra bölgelerindeki tarım arazilerinin hemen hemen tamamının yerleşim alanlarına dönüştüğü belirlenmiştir.

Arazi kullanımı simülasyonunda orman alanlarının korunma yüzdeleri nedeniyle beklendiği gibi fazla kentleşme görülmemiştir. Ancak Paşaköy orman sınırına kadar yayılan kent, orman çeperinde tahribata ve iç kesimlerde dağınık olarak arazi kullanım fonksiyonun değişim göstermesine neden olmuştur. Bu davranış sadece Paşaköy alanı için değil Samandıra bölgesinde kalan Kuzudere Devlet Ormanı içinde geçerlidir.

Mülkiyet deseni simülasyonunda arazi kullanımı simülasyonuna benzer davranış göstermiştir. Simülasyonunda özel mülkiyet yeni merkezli ve kenar büyüme şekliyle yayılmıştır. Hazine mülkiyetindeki orman alanları 2070 yılına kadar genellikle mülkiyet durumunda değişiklik olmamıştır. Ancak Samandıra'daki askeri alan özel mülkiyet durumuna gelmiştir. Bu girişimlerin günümüzde başladığı bilinmektedir.

Hazine mülkiyetindeki alanların %21'i, vakıf mülkiyetindeki alanların ise tamamı özel mülkiyet sınıfına dönüşmüştür. Sonuç olarak 2014 ile 2070 yılları arasında Samandıra Kışlası hariç diğer mülkiyet tipleri hemen hemen korunduğu belirlenmiştir.

Arazi kullanımı simülasyonunda kentleşen Paşaköy'ün tarım tipindeki alanların hâlihazırda özel mülkiyet olduğu bilinmektedir. Yenidoğan parsellerinin geometrik olarak incelendiğinde bir yağ lekeli biçimde yayıldığı gözlenmektedir. Ancak Paşaköy ve Yenidoğan sınırı üzerinde geçmekte olan dere ve bu dereye ait ıslah projesi nedeniyle Paşaköy'de kentleşme merkezden ve parçalı bir biçimde gerçekleşmektedir.

Simülasyon sonuçlarına göre Ömerli Havza Koruma Kuşağı, Kuzudere Devlet Ormanı gibi kentleşmeden korunan alanlarda yoğun kentsel büyüme gözlenmemiştir.

Büyüme şekilleri kalibrasyon aşamasında çıkan sonuçlar doğrultusunda beklenildiği şekilde; arazi kullanımı simülasyonu için üç büyüme kuralının hızlı ve yoğun olarak gerçekleştiği, mülkiyet deseni simülasyonu için ise iki büyüme kuralının yavaş ve az bir oranda gerçekleştiği gözlemlenmiştir.

Her iki ana simülasyon için 2014'den 2030, 2050 ve 2070 yılları arasında değişim analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonucunda birbirine dönüşen arazi örtüsü ve mülkiyet sınıflarının oranları bulunmuştur.

**Çizelge 4.18** 2014 ve 2070 Yılı Arazi Örtüsü Sınıflarının Toplam Boyutları.

Toplam Alan (Ha)	Kent	Tarım	2B	Orman	Ham Toprak
2014	1923,2	1088,69	87,77	2353,53	123,26
2070	3252,3	251,4	50,24	2290,58	19,73

**Çizelge 4.19** 2014 ve 2070 Yılı Mülkiyet Deseni Sınıflarının Toplam Boyutları.

Toplam Alan (Ha)	Özel Mülkiyet	Hazine	Vakıf	Belediye	Özel Hazine
2014	2376,39	2923,19	4,63	159,57	42,3
2070	3540,8	2309,4	0	6,51	1,41

**Çizelge 4.20** Arazi Kullanım Simülasyonu 2014 Yılına Göre Değişim Analizi.

Değişim		Alansal Değişim (Ha)			Oransal Değişim (%)		
		2030	2050	2070	2030	2050	2070
Tarım	Yerleşim	233,68	757,85	855,61	21	70	79
	Tarım	844,12	318,11	222,62	78	29	20
	2B	0,20	0,16	0,11	0	0	0
	Orman	9,69	12,04	9,92	1	1	1
	Ham T.	1	0,53	0,43	0	0	0
2B	Yerleşim	7,22	30,63	38,05	8	35	43
	Tarım	0,07	0,13	0,12	0	0	0
	2B	79,61	55,10	49,64	91	63	55
	Orman	0,87	1,91	1,96	1	2	2
	Ham T.	0	0	0	0	0	0
Orman	Yerleşim	6,73	33,46	43,12	0	1	2
	Tarım	22,69	41,66	27,03	1	2	1
	2B	1,01	2,51	2,49	0	0	0
	Orman	2322,10	2273,82	2278,62	99	97	97
	Ham T.	1	2,08	2,27	0	0	0
Ham T.	Yerleşim	26,43	96,30	104,52	21	78	85
	Tarım	4,37	2,43	1,63	4	2	1
	2B	0	0	0	0	0	0
	Orman	0,04	0,1	0,08	0	0	0
	Ham T.	92,42	24,43	17,03	75	20	14

**Çizelge 4.21** Mülkiyet Deseni Simülasyonu 2014 Yılına Göre Değişim Analizi.

Değişim		Alansal Değişim (Ha)			Oransal Değişim (%)		
		2030	2050	2070	2030	2050	2070
Hazine	Özel M.	325,41	548,35	612,67	11	19	21
	Hazine	2597,01	2373,24	2308,99	89	81	79
Vakıf	Özel M.	3,98	4,63	4,63	86	100	100
	Vakıf	0,65	0	0	14	0	0
Belediye	Özel M.	126,76	151,60	154,51	79	95	97
	Belediye	25,94	26,80	25,48	21	5	3
Özel Bel	Özel M.	0,23	0,29	0,29	68	85	85
	Özel - Belediye	0,11	0,05	0,05	32	15	15
ÖzelHazine	Özel M.	27,73	38,54	40,50	66	91	96
	Hazine	0,50	0,62	0,40	1	1	1
	Özel-Haz.	14,02	3,08	1,34	33	7	3
Özel-Vakıf	Özel M.	53,78	62,26	64,16	82	95	98
	Vakıf	11,73	3,31	1,57	18	5	2

## 5.BÖLÜM

### SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Sancaktepe ilçesi son yıllarda yoğun göç almıştır ve bu göç alma durumu devam etmektedir. Bölgedeki hızlı nüfus artışı ve bunun getirdiği düzensiz kentleşme plansız arazi kullanımına neden olmuştur. Bu nedenle Sancaktepe ilçesinin, büyüme politikalarının potansiyel etkilerini değerlendirmek için arazi kullanımlarını ve yerel yönetim kararlarını betimleyebilen bir kentsel büyüme modeline ihtiyaç duymaktadır. Bağımsız, dinamik ve kentsel büyüme simülasyonunun temel şartlarına uyma özellikleri nedeniyle HO tabanlı SLEUTH modeli Sancaktepe kent gelişiminin modellenmesinde tercih edilmiştir. Modelde bölgenin kentsel gelişiminin belirlenmesi için belli tarihlerdeki mevcut durumunun belirlenmesi gerekmektedir.

Yavuz Sultan Selim Köprüsü ile bağlantılı inşaa edilen Kuzey Marmara Otoyolu'nun iki çıkış noktası arasında yer alan Sancaktepe'de, Türkiye'nin ve Avrupa'nın en büyük şehir hastanesinin hizmete girmesiyle bölgedeki konut ve ticari alanlara olan ilginin artacağı tahmin edilmektedir. Diğer yandan, 2020 yılında tamamlanması planlanan Çekmeköy-Sultanbeyli metro hattı, Üsküdar-Çekmeköy hattının devamı niteliğinde olacak. Yeni metro hattı sırasıyla Meclis Mahallesi, Sarıgazi, Samandıra, Abdurrahmangazi, Veysel Karani, ve Sultanbeyli duraklarından geçerek Sultanbeyli ile TEM yolu kenarında son bulacak. 10,9 km uzunluğunda planlanan metro hattının yakın gelecekte Kurtköy'e kadar uzatılarak yüksek hızlı trenle entegre edilmesi beklenmektedir. Metronun ayrıca Sabiha Gökçen Havalimanı'na kadar uzatılması da planlanmaktadır. Bu altyapı yatırımları bölgeye olan ilgiyi daha da arttıracak. Hala erişebilir arsa stoğu olması nedeniyle bölge konut geliştiricilerinin odağı haline geleceği tahmin edilmektedir. Sancaktepe alanında ileriye dönük olarak arsa vurguncululuğunu önlemek, kentin gelecekteki gereksinimlerini karşılamak için kamu yönetimleri, toprak ederleri düşük iken arsa stoğu veya kamulaştırma yapabilir. Yapılacak arsa stoğu idarelerin gelecekteki planlamaları için maliyeti düşürecektir.

Bu doğrultuda özellikle İstanbul'un kentsel büyüme yapısı gözönüne alındığında Sancaktepe'de yer alan yapılaşmamış alanların ve çevresinin yoğun bir kentleşme baskısında olduğu düşünülmektedir.

Sancaktepe’de 1990 ile 2000 yılları arasında çok yoğun bir kentleşme yaşanmıştır. Özellikle Yenidoğan beldesi, 441 hektarlık özel orman tipindeki tek bir parselden 6456 adet parsel bölünerek bugünkü kentsel formunu almıştır. Yenidoğan’daki yoğun kentleşme Paşaköy ve orman alanlarının korunmasını sağlayarak kırsal karakterin devam etmesini sağlamıştır. Yenidoğan’a yakınlığı ve alandaki arazi stoğu nedeni ile bu çalışmada Paşaköy ve çevresine özellikle odaklanılmıştır. Bu sebebin haricinde üçüncü köprü güzergâhının Paşaköy’den geçmesi Yenidoğanda yaşanan kentleşmenin benzer şekilde Paşaköy’de yaşanabilmesi ihtimali alanın özellikle araştırılmasına neden olmuştur. Üretilen arazi kullanımı simülasyonlarına ait tahminler sonucunda Yenidoğan’da olduğu gibi Paşaköy’de de hızlı bir kentleşme sürecine girilebileceği düşünülmektedir. Ancak simülasyon sonucuna göre Paşaköy orman alanlarında beklenen kentleşme gözlenmemiştir. Planda koruma altına alınan alan bugünkü koruma koşullarının devam etmesi durumunda simülasyon sonuçlarına benzer olacaktır. Ancak yerel yönetimin nüfus artışının beraberinde getireceği toprağa olan baskının artması sonucu bu planların yenilenmesi veya revizyona gitmesi ihtimalinin yüksek olacağı düşünülmektedir.

Arazi örtüsünün simüle edildiği senaryoda büyümenin doğal, yeni merkezler, çeper ve yol etkin bir biçimde yayıldığı, mülkiyet deseninin simüle edildiği senaryoda ise çeper ve yol etkin ağırlıklı büyüme eğilimi gösterdiği belirlenmiştir.

Tezin asıl amacını oluşturan mülkiyet deseni simülasyonu ile arazi örtüsü simülasyonlarının benzer sonuçlar ürettiği belirlenmiştir. Mülkiyet simülasyonu özel mülkiyet sınıfı ile arazi örtüsü simülasyonu yerleşim sınıfı arasında dönüşüm oranları bakımından farklı sonuçlar elde edilmiştir. Ancak simülasyonun son kestirim tarihi incelendiğinde hem yerleşim hem de özel mülkiyetin, Paşaköy ve Kuzudere Devlet Ormanları hariç ilçe genelinde büyüme eğilimi gösterebileceği belirlenmiştir. Arazi örtüsü simülasyonu sonucu belirlenen kentsel büyüme alanları mülkiyet simülasyonu ile karşılaştırıldığında kentsel büyümenin gözlemlendiği bu alanlarda mülkiyet tipindeki değişiminin gerçekleştiği belirlenmiştir.

Yürütücülüğünü Dr. Öğr. Üyesi İsmail Ercüment AYZALI'nın yaptığı 112K469 numaralı TÜBİTAK tarafından desteklenen projede Sancaktepe İlçesi için KBSM'ler üretilmiştir. Yapılan çalışma sonucunda tarım arazilerinin %83'ünün ve orman arazilerinin %88'nin yerleşim yerlerine dönüşebileceği hesaplanmıştır (Ayazlı & Başlık, 2016). İki farklı senaryo sonuçlarına göre özellikle orman alanlarındaki dönüşümün çok farklı olmasının nedeni bölgeleme verisindeki yaklaşım farklılığıdır. Ayazlı ve Başlık (2016), ürettikleri senaryoda bölge üzerinde herhangi bir kısıtlamaya gitmeden yerleşim sınıfının yayılımını bölge genelinde uygun bir öngörü ortaya koyarak oluşturmuştur. İki çalışmadan çıkan sonuca göre orman alanlarının dönüşüm oranı farkı %86'dır. Bu nedenle orman alanlarının korunup korunmayacağını alınacak planma ve yerel yönetim kararları doğrudan etkileyecektir.

Sonuç olarak, bu tür çalışmalar kentlerin anlaşılması ve planlanmasında çok önemli verilerdir ve araştırma sonuçları adeta geleceğin bir resmini ortaya koyar niteliktedir. Bu yönüyle de gelecekte gerekli olacak araçlar, önceden elde edilebilir ve kötü yönde oluşacak gelişmelere hazırlıklı olunabilir.



## KAYNAKLAR

- Abd-Allah, M.A.** (2007). Modelling Urban Dynamics Using Geographic Information Systems. *Faculty of Engineering Cairo University, Giza, Egypt.*
- Akın A., Clarke K. C., Berberoğlu S.** (2014). The impact of historical exclusion on the calibration of the SLEUTH urban growth model. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 27 (Part B), 156.
- Assefa T., Altunkaynak A.** (2017). Modeling Urbanization of Istanbul under Different Scenarios Using SLEUTH Urban Growth Model. *Journal of Urban Planning and Development*, 143 (2).
- Atak, B.K.** (2013). Didim Yarımadası örneğinde SLEUTH Modeli Kullanılarak alan kullanım senaryolarının geliştirilmesi. *Ege Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi)*, 199, İzmir.
- Ayazlı, İ.E.** (2011). Ulaşım Ağlarının Etkisiyle Kentsel Yayılmanın Simülasyon Modeli : 3. Boğaz Köprüsü Örneği. *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi)*, 129, İstanbul.
- Ayazlı, İ.E., Kılıç F., Lauf S., Demir H., Kleinschmit B.** (2015). Simulating urban growth driven by transportation networks: A case study of the Istanbul third bridge. *Land Use Policy*, 49, 332.
- Ayazlı, İ.E., Başlık, S.** (2016). 112K469 No'lu Projeye Ait Rapor. *Tübitak, Sivas.*
- Ayazlı İ.E., Kılıç F., Lauf S., Kleinschmit B., Demir H.** (2017). Creating Urban Growth Simulation Models Driven by the Bosphorus Bridges. *Fresenius Environmental Bulletin*, 26 (1), 113.
- Aydın, B.** (2010). Gelişme Alanlarında Ekolojik Kentsel Yerleşim Kriterinin Belirlenmesi Ve İmar Planı Kapsamında Yorumlanması: Ömerki Havzası – Sancaktepe Örneği. *İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*, İstanbul.
- Aydın, O.** (2015). Karmaşık kent sistemi, kentsel büyüme kavramlarının anlaşılması ve kent modelleme teknikleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 64, 51-60.
- Başçiftçi, F., İnal, C.** (2008). Jeodezide Kullanılan Bazı Koordinat Dönüşümlerinin Programlanması. *S.Ü. Müh.-Mim. Fak. Dergisi*, pp. 27-40.
- Başlık, S.** (2008). Dinamik Kentsel Büyüme Modeli : Lojistik Regresyon ve Cellular Automata ( İstanbul ve Lizbon Örnekleri). *Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü (Doktora Tezi)*, İstanbul.

- Batty, M., Xie, Y., Sun, Z.Y.** (1999). Modelling Urban Dynamics Through GIS-Based Cellular Automata. *Computer, Environment and Urban Systems*, 23, 205-233.
- Benenson, I., Torrens, P.M.** (2004). *Geosimulation : Automata – Based Modelling of Urban Phenomena*. John Wiley and Sons, West Sussex.
- Candau J. T.**, (2002). Temporal Calibration Sensitivity of the SLEUTH Urban Growth Model. *California University*(Master of Arts Thesis), Santa Barbara.
- Candau, J., Rasmussen, S., Clarke, K.C.** (2000). A Coupled Cellular Automaton Model For Land Use/Land Cover Dynamics. *4th International Conference on Integrating GIS and Environmental Modeling(GIS/EM4): Problems, Prospects and Research Needs*, 2-8 September, Alberta Kanada.
- Candau, J., Goldstein, N.** (2002). Multiple Scenerio Urban Forecasting for the California south coast region. *Proceedings of 40th Annual Conference of the Urban and Regional Information Systems Association*, 26-30 October, Chicago.
- Cheng, J.** (2003). Modelling spatial & temporal urban growth. *Utrecht University* (Ph.D. Thesis), 2003.
- Clarke, K.C. (2004).** The Limits of simplicity: toward geocomputational honesty in urban modeling. *Department of Geography/NCGIA University of California*, Santa Barbara.
- Clarke, K.C., Gaydos, L., Hoppen, S.** (1997). A self-Modifying Cellular Automaton Model of Historical Urbanization in the San Fransisco Bay area. *Environment and Planning B: Planing and Desing*, 24, 247-261.
- Clarke, K.C., Gaydos, L.** (1998). Loose-Coupling a Celluar Automata Model and GIS: Long-Term Urban Growth Prediction for San Fransisco and Washington/Baltimore. *International Journal of Geographical Information Science*, 12, 699-714.
- Dietzel, C., Clarke, K.C.** (2007). Toward Optimal Calibration of The SLEUTH Land Use Change Model. *Transactions in GIS*, 11(1), 29-45.7
- Düzgün, Ş. (2010).** UADMK Açık Lisans Bilgisi. *Türkiye Bilimler Akademisi*. (www.acikders.org.tr). Erişim Tarihi : 2017.
- Ertuğray K.** (2011). GIS Based Stochastic Modelling of Physical Accessibility By Using Floating Car Data and Monte Carlo Similation, Doctor's Dissertation, *Middle Erath Technical University Geodetic and Geographic Information Technologies*, 153, Ankara.

- Gainsborough, J.** (2001). Smart growth strategies as challenge for Dutch developmental planning policies. *International Planning Symposium on Incentives, Regulations, and Plans*, September 30 – October 1, Amsterdam.
- Gigalopolis** (2017). Project Gigalopolis Web Sayfası. USGS, Santa Barbara. ([www.ncgia.ucsb.edu/projects/gig/](http://www.ncgia.ucsb.edu/projects/gig/)). Erişim Tarihi: 2017.
- Hamman, Y., Moore, A., Whigham, P., Freeman, C.** (2004). Irregular Vektor-Agent Based Simulation for Land Use Modelling. *The 16th Annual Colloquium of the Spatial Information Research Centre University of Otago*, 29-30 November, Dunedin New Zeland.
- Janssen-Jansen L. B.** (2004). Smart growth strategies as challenge for Dutch development planing process, International Planing Symposium on Incentives, Regulations and Plans – The Role of States and Nation – States in Smart Growth Planing. *University of Maryland*, The Netherlands.
- Kaplan B.** (2014). Genetik Algoritma ve Monte Carlo Simülasyonu İle Bir İnşaat Projesinde Alt Yüklenici Seçimine İlişkin Süre Maliyet Kalite Optimizasyonu ve Risk Değerlendirmesi, Yüksek Lisans Tezi, *İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü İnşaat Mühendisliği Anabilim Dalı*, 87, İstanbul.
- Kılıç, F.** (2014). Prof. Dr. Fatmagül KILIÇ Kişisel Web Sayfası. Fatmagül Kılıç, İstanbul.(<http://www.yildiz.edu.tr/fkiloc/donusum.pdf>). Erişim Tarihi : 30 Eylül 2016.
- Kılıç, Z.** (2014). Avrupa Birliği'nde ve Türkiye'de sürdürülebilir kalkınma ve sürdürülebilir bankacılık uygulamaları. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü (Yüksek Lisans Tezi)*, Kütahya.
- Li, X., Yeh, A.G.O.** (2001). Calibration of Cellular Automata by Using Neural Networks for the Simulation of Complex Urban Systems.Environment and Planning A, 33, 1445-1462.
- Öge, S.** (2005). Düzen Mi Düzensizlik(Kaos) mi?Örgütsel Varlığın Sürdürülebilirliği Açısından Bir Değerlendirme. *Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi* ,286.
- Öztürk, L.** (2004). Monte-Carlo Simülasyon Metodu ve Bir İşletme Uygulaması. *İnönü Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*, Ekonometri Bölümü, Malatya.
- Park S., Clarke K. C., Choi C., Kim J.** (2017). Simulating Land Use Change in the Seoul Metropolitan Area after Greenbelt Elimination Using the SLEUTH Model. *Journal of Sensors*, 1.

- Sağ, S.N.** (2011). Dönüşüme Bağlı Kentsel Gelişmenin Yönetilmesinde Bir Araç Olarak Akıllı Büyüme; Konya Kenti Örneği. *Selçuk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Doktora Tezi), Konya.
- Sancaktepe Belediyesi, İmar ve Şehircilik Müdürlüğü.** (2010). 1/1000 Ölçekli Sancaktepe Uygulama İmar Planı Raporu. *Sancaktepe Belediyesi*, İstanbul.
- Sarı, N.İ.** (2006). Ülkemiz Kadastrounda Yenileme Çalışmaları ve Öneriler. *YTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi*, İstanbul.
- Sasaki, Y., Box P.** (2003). Agent-Based Verification of von Thünen's Location Theory, Utah. (<http://jasss.soc.surrey.ac.uk/6/2/9.html>). Erişim Tarihi : 30 Eylül 2016.
- Stein, J. M.** (1993). Growth Management: The Planning Challenge of the 1990's. *Economic Geography*, 70(1), 93.
- Steward, D.** (2005). Smart growth in Ireland: From rhetoric to reality, Progress in Irish Urban Studies. *Faculty of Built Environment Dublin Institute of Technology*, Bolton Street, Vol.1, Issue 2, 21-30.
- Şevik, Ö.** (2006). Application of SLEUTH Model In Antalya. *Middle East Technical University Geodetic and Geographic Information Technologies*(Master of Science Thesis), 122p, Ankara.
- Tanrıöver, A.A. (2011).** Adana Kentsel Gelişiminin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Modellenmesi. *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü* (Doktora Tezi), Adana.
- TKGM** (2014). TKGM Web Sayfası. Tapu Kadastro Genel Müdürlüğü, Ankara. (<http://www.tkgm.gov.tr/tr/mevzuat>). Erişim Tarihi : 1 Temmuz 2016
- Tobler, W.R.** (1970). Computer Movie Simulating Urban Growth in the Detroit Region. *Economic Geography*, 46, 234-240.
- Tosun, E.K.** (2013). Sürdürülebilir Kentsel Gelişim Sürecinde Kompakt Kent Modelinin Analizi. *Yönetim ve Ekonomi*, 20, 31-46.
- TÜİK** (2016). Türkiye İstatistik Kurumu. (<https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>). Erişim Tarihi : 30 Eylül 2016.
- Url-1** <<http://www.sancaktepe.istanbul/tr/cografi-durumu>>, alındığı tarih : 05/01/2016
- Verburg, P.H.** (2006). Simulating feedbacks in land use and land cover change models. *Landscape Ecology*, 8, 1171-1183.

**Yang, X.** (2000). Modeling Urban Growth and Landscape Changes in the Atlanta Metropolitan Area. *International Journal of Geographical Information Systems*. Vol. 17(5) pp 463-488, USA.



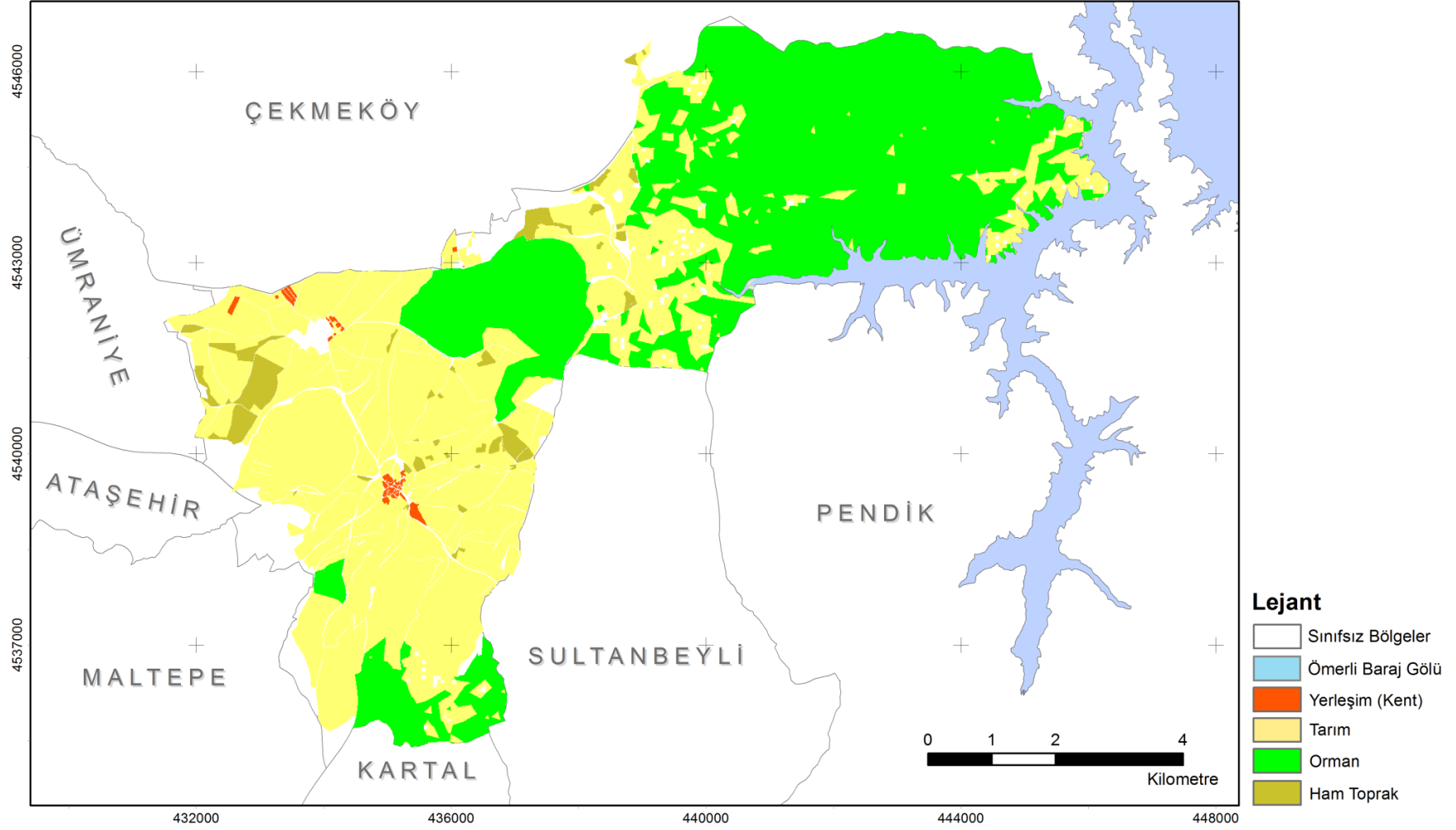


**EKLER**

**EK-1**

**SANCAKTEPE SİMÜLASYON GİRĐİ VERİLERİ**

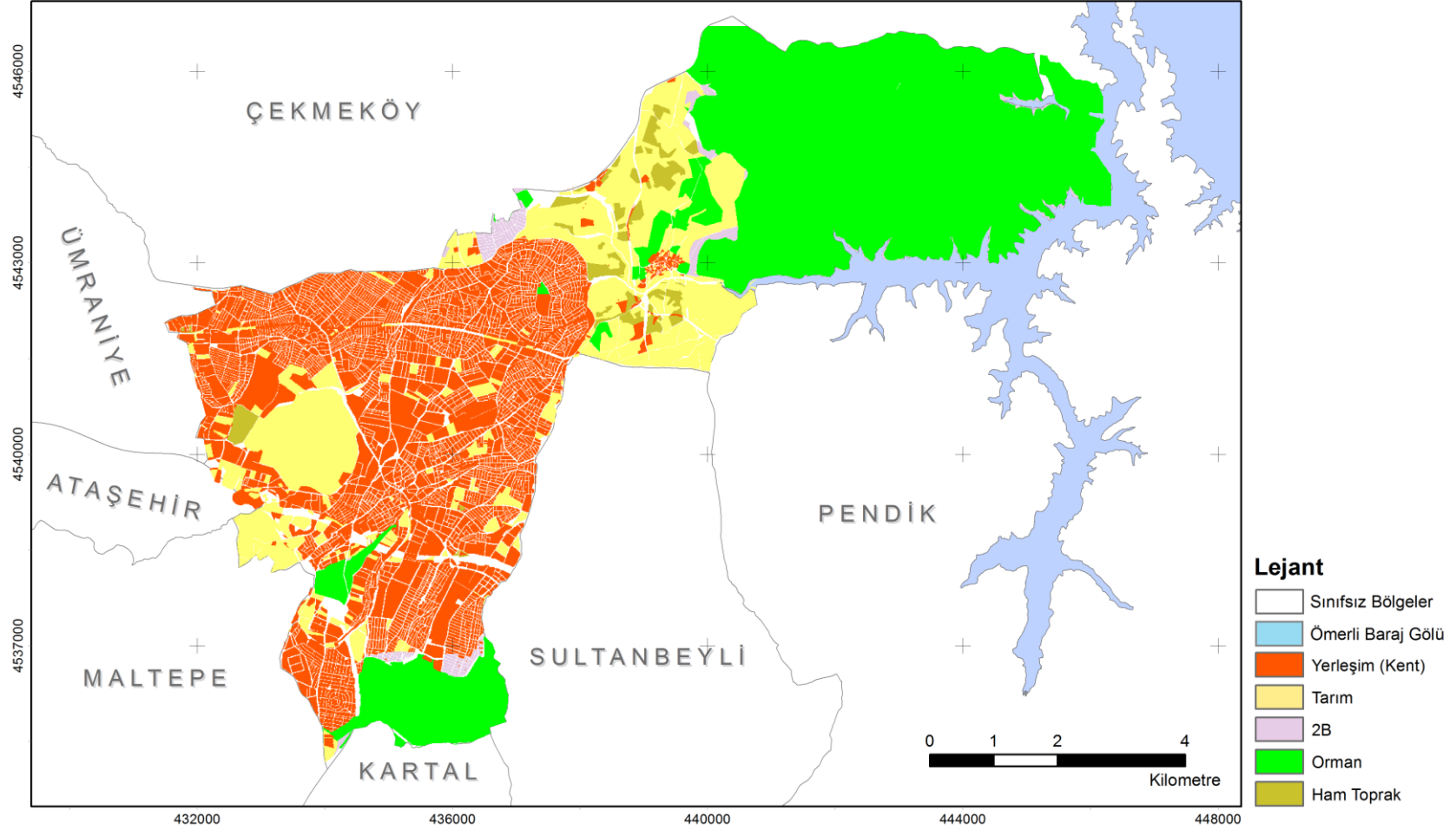
## Arazi Kullanımı Verisi 1961



Şekil 5.1 1961 yılına ait arazi kullanımı verisi

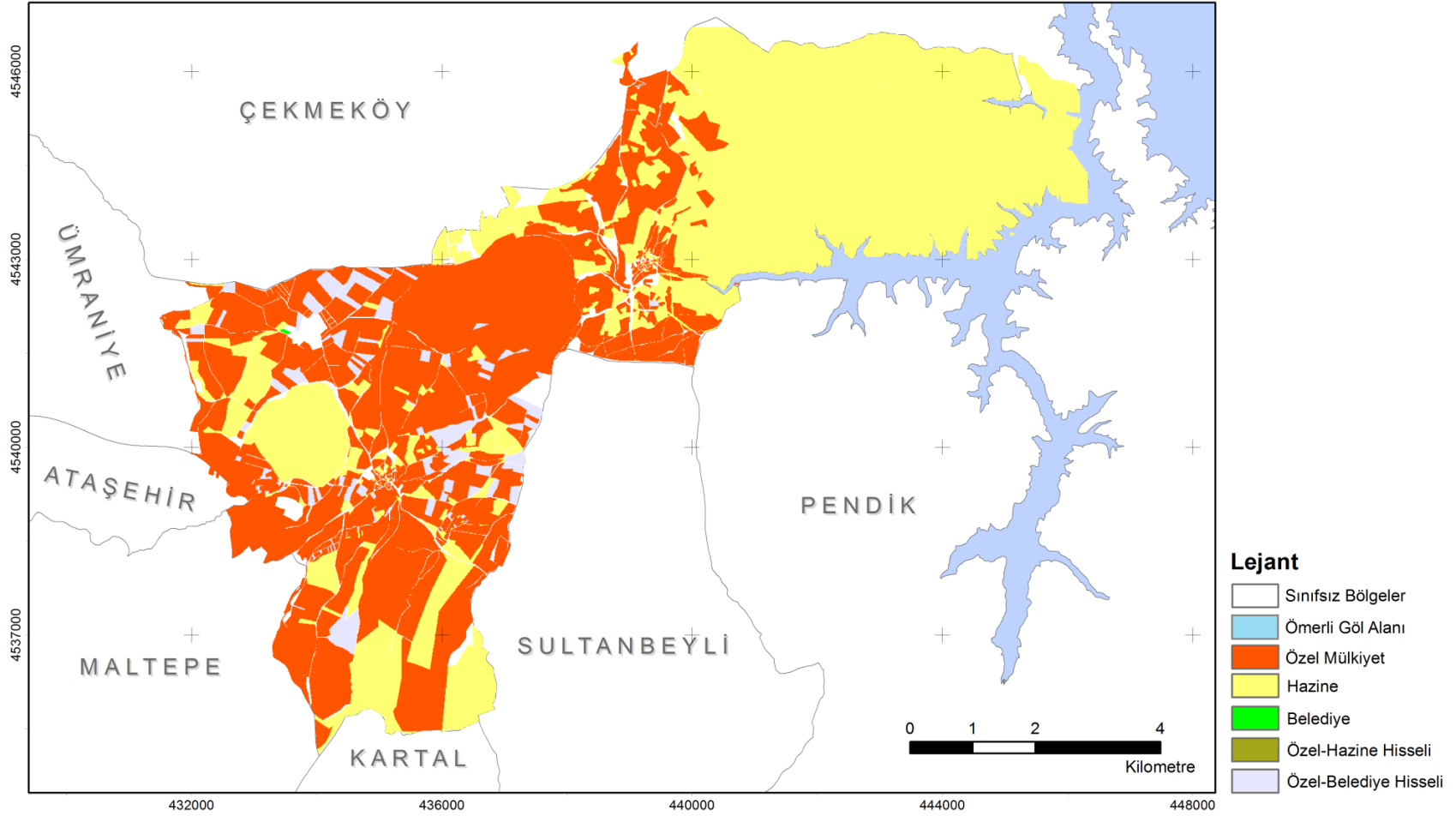


## Arazi Kullanımı Verisi 2014



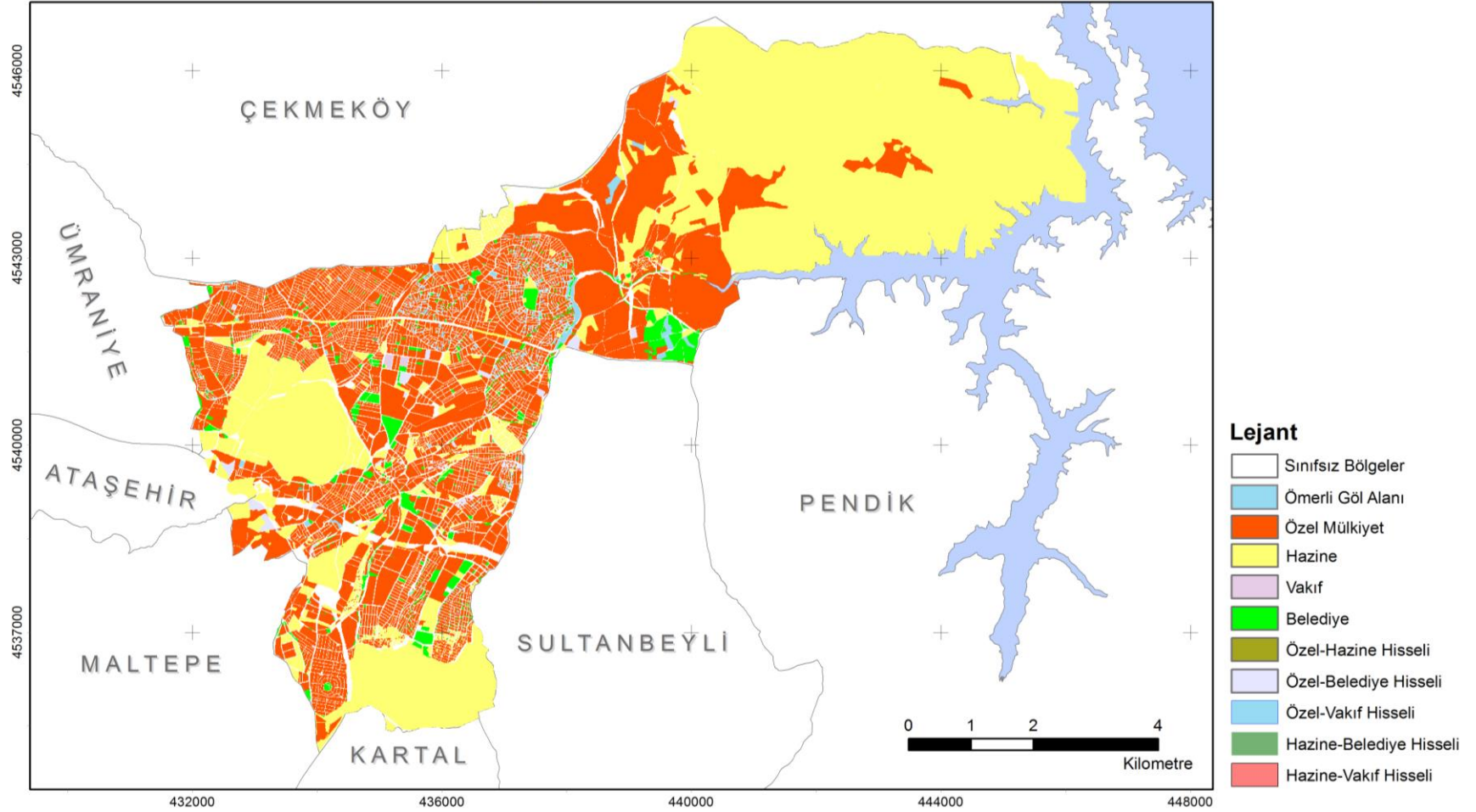
Şekil 5.2 2014 yılına ait arazi kullanımı verisi.

### Mülkiyet Deseni Verisi 1961



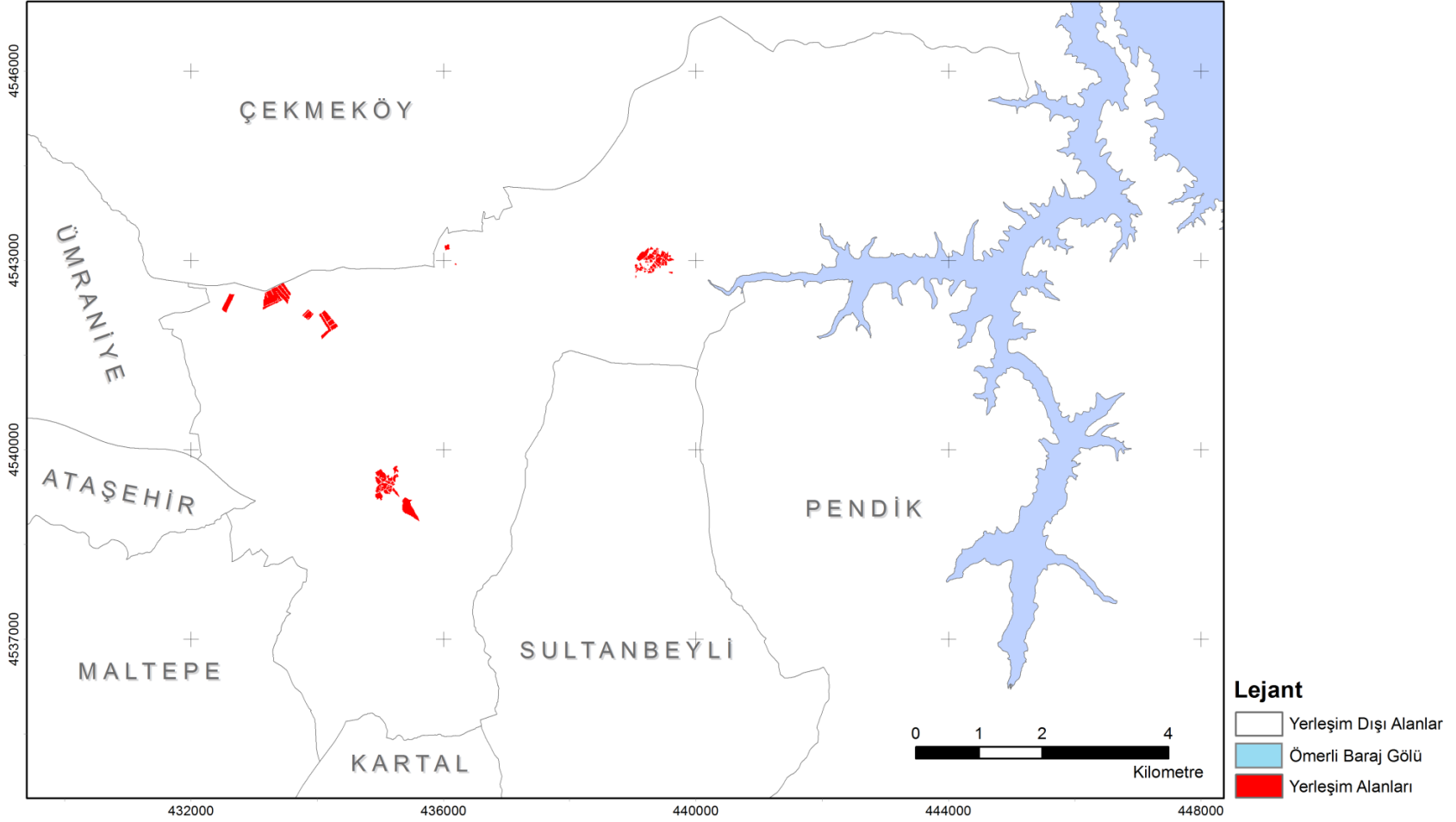
Şekil 5.3 1961 yılına ait mülkiyet deseni verisi.

## Mülkiyet Deseni Verisi 2014



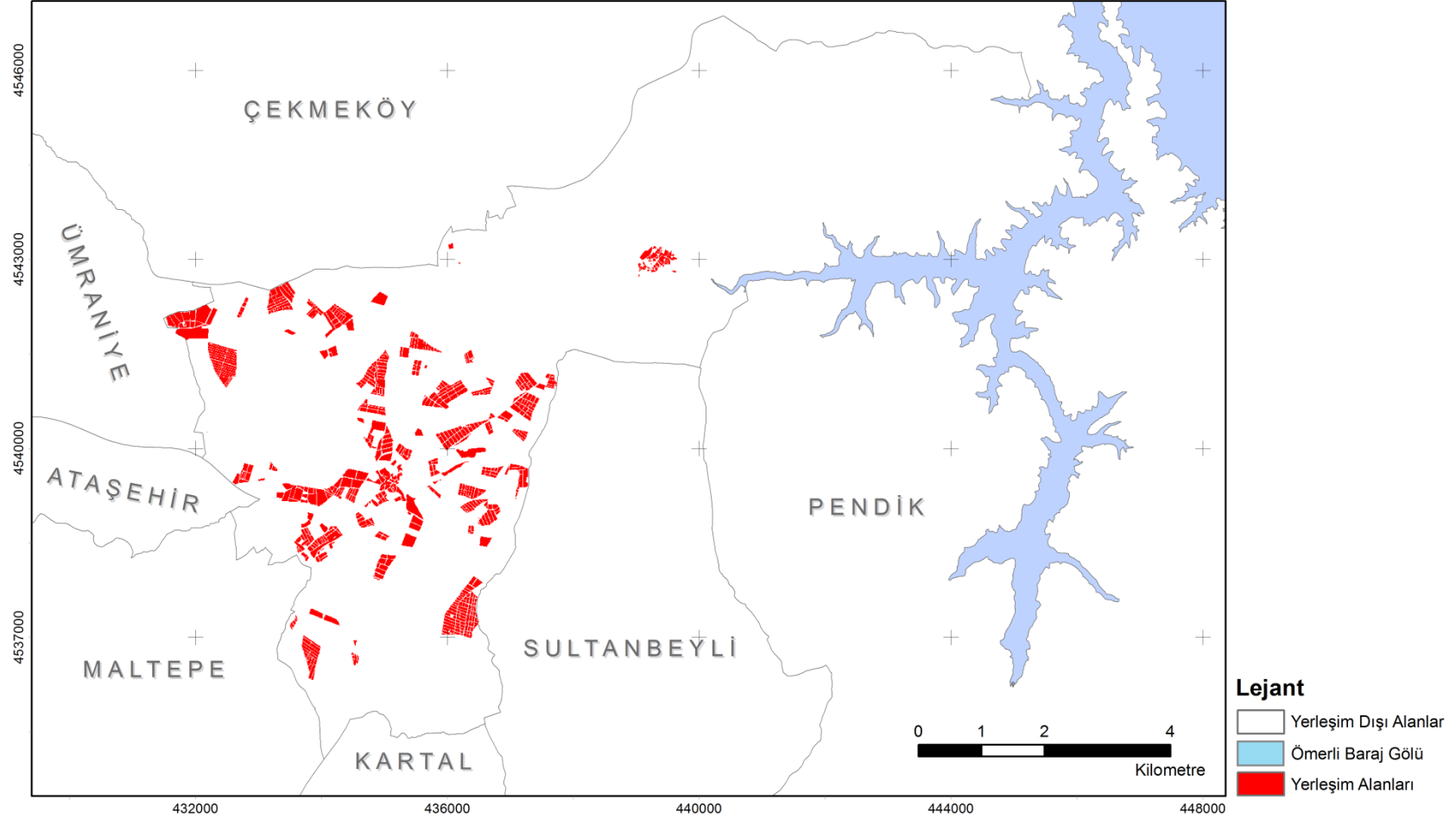
Şekil 5.4 2014 yılına ait mülkiyet deseni verisi.

## 1961 Tarihli Yerleşim Verisi



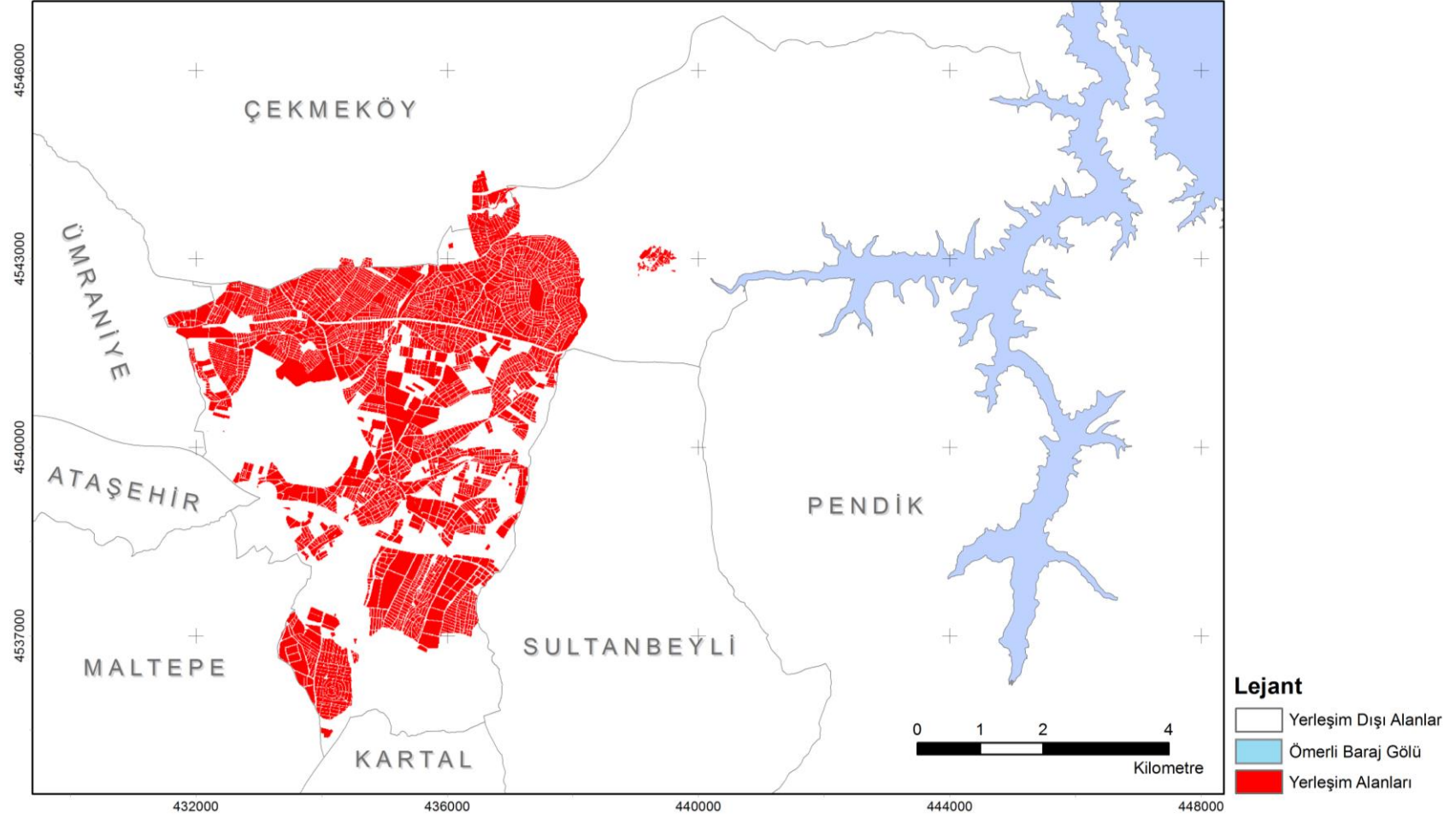
Şekil 5.5 1961 yılına ait yerleşim verisi.

### 1992 Tarihli Yerleşim Verisi



Şekil 5.6 1992 yılına ait yerleşim verisi.

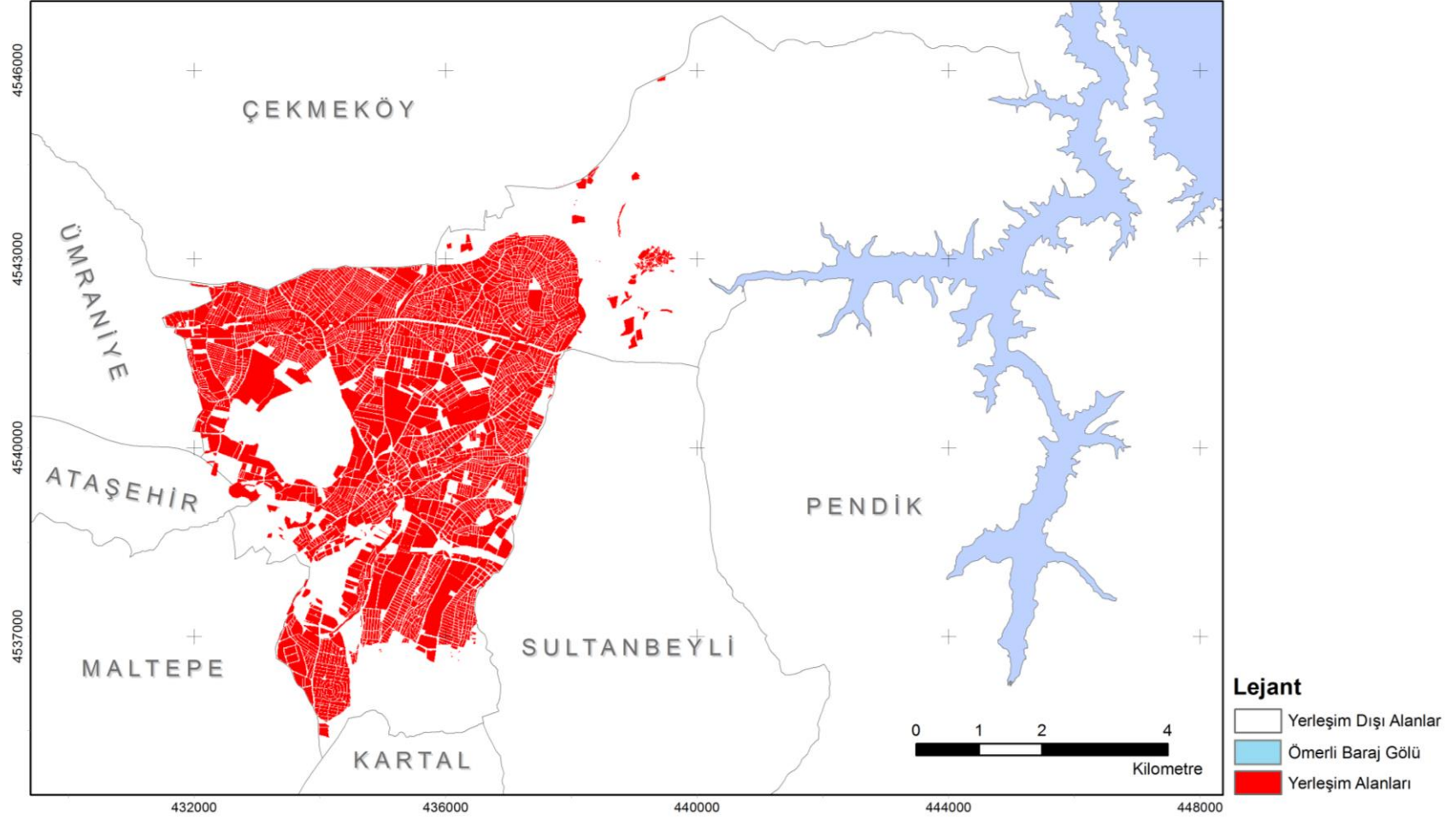
## 2001 Tarihli Yerleşim Verisi



Şekil 5.7 2001 yılına ait yerleşim verisi

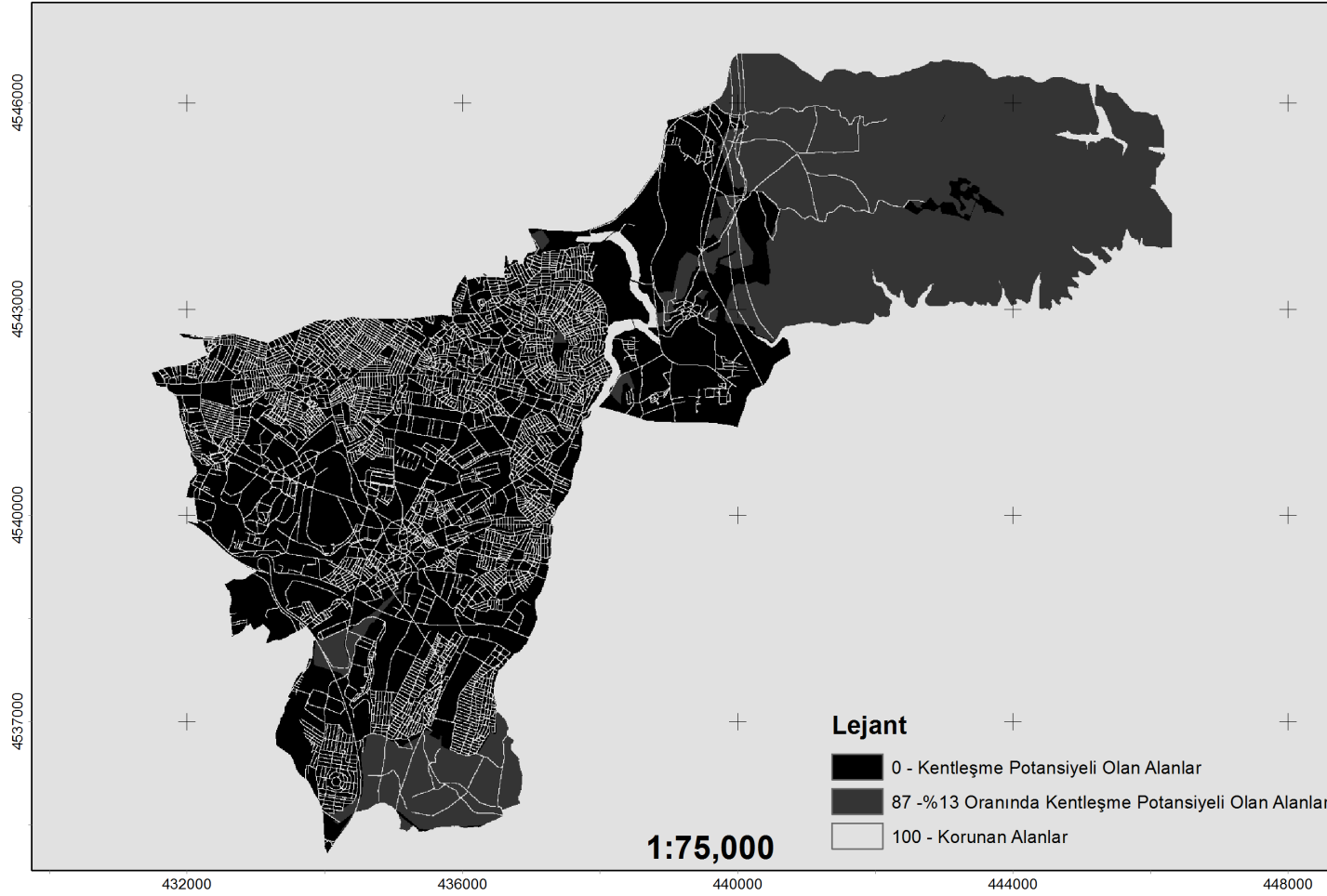


### 2014 Tarihli Yerleşim Verisi



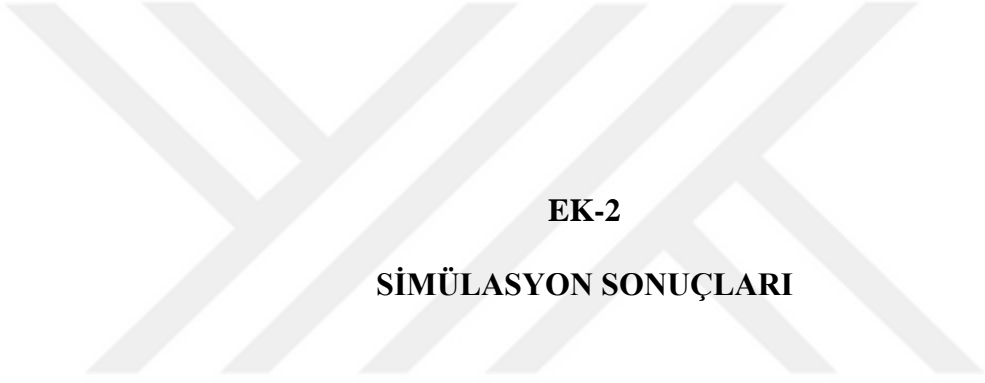
Şekil 5.8 2014 yılına ait yerleşim verisi

## Bölgeleme Verisi



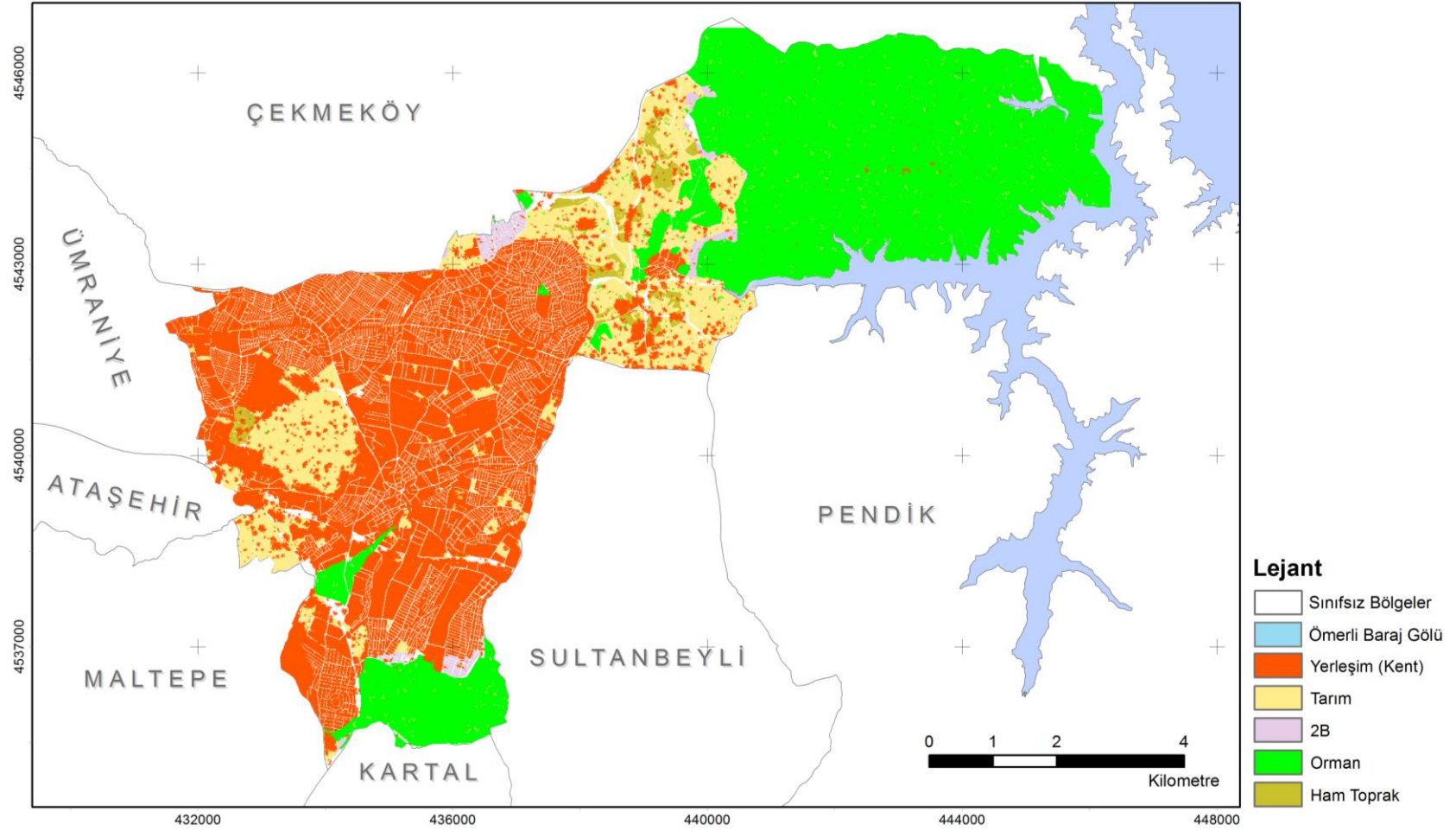
Şekil 5.9 Sancaktepe bölgesi için bölgeleme verisi.





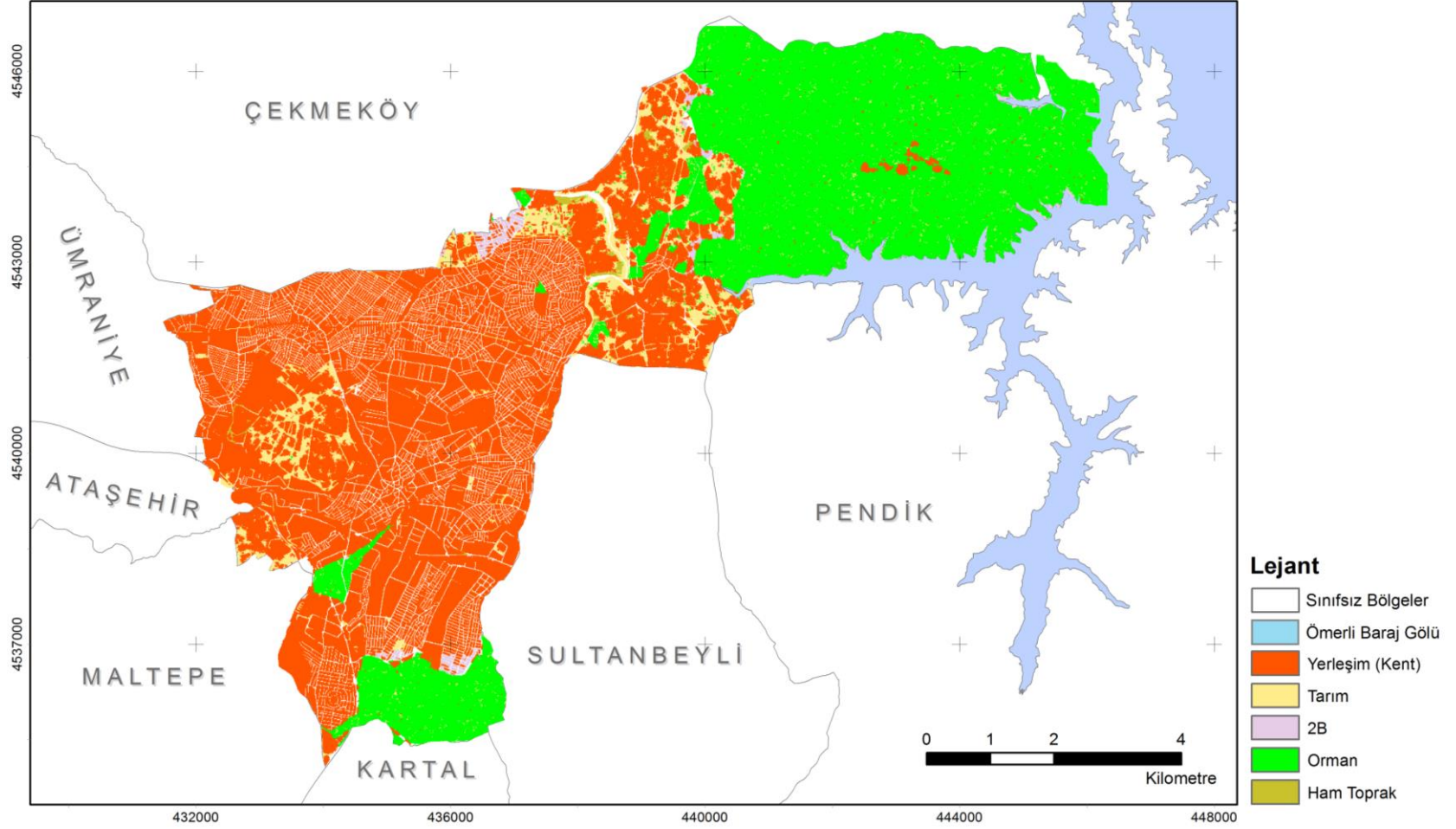
**EK-2**  
**SİMÜLASYON SONUÇLARI**

## Arazi Kullanımı Simülasyonu 2030



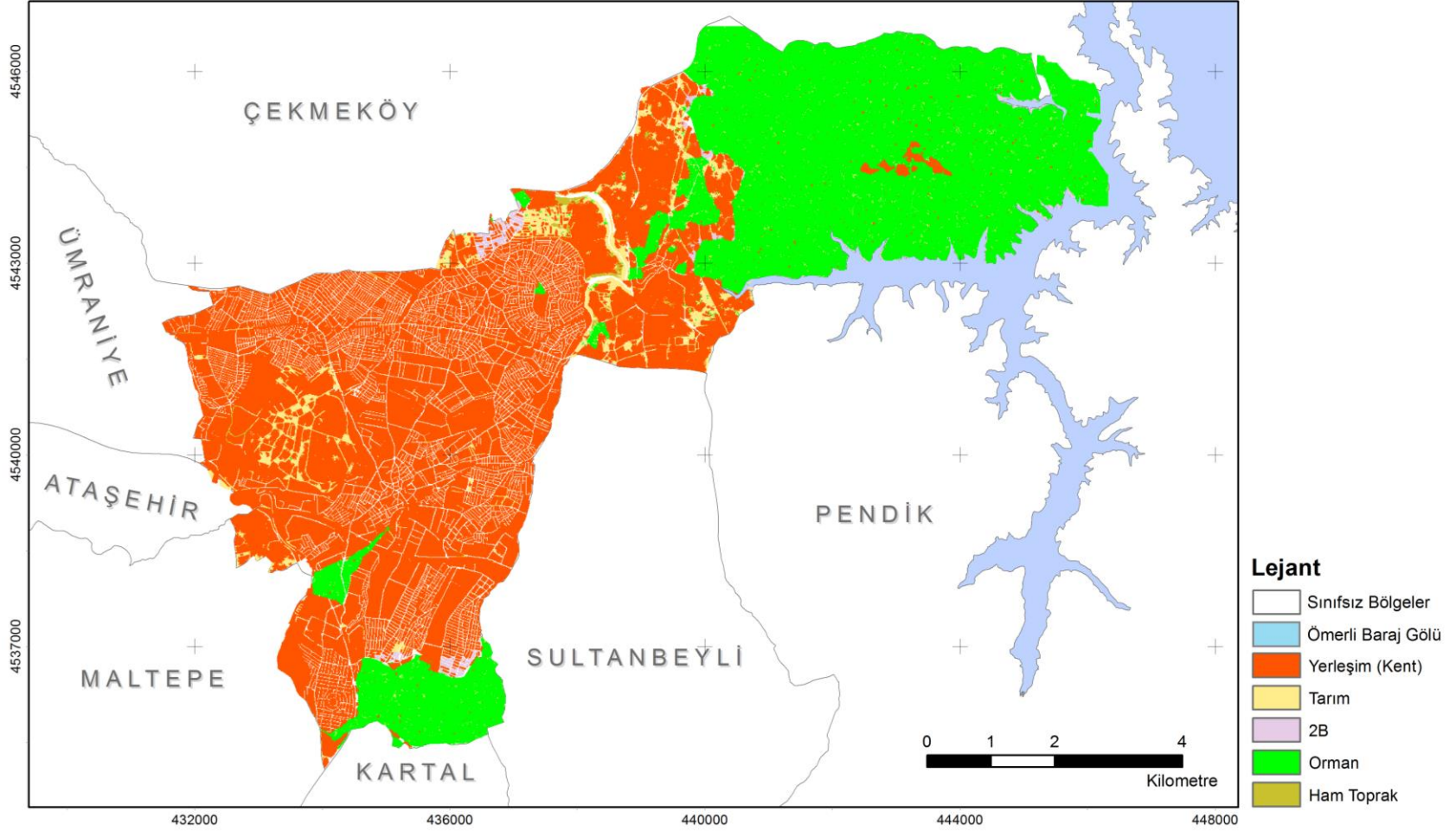
Şekil 5.10 Arazi Kullanımı Simülasyonu 2030 Yılı Kestirim Sonucu

## Arazi Kullanımı Simülasyonu 2050



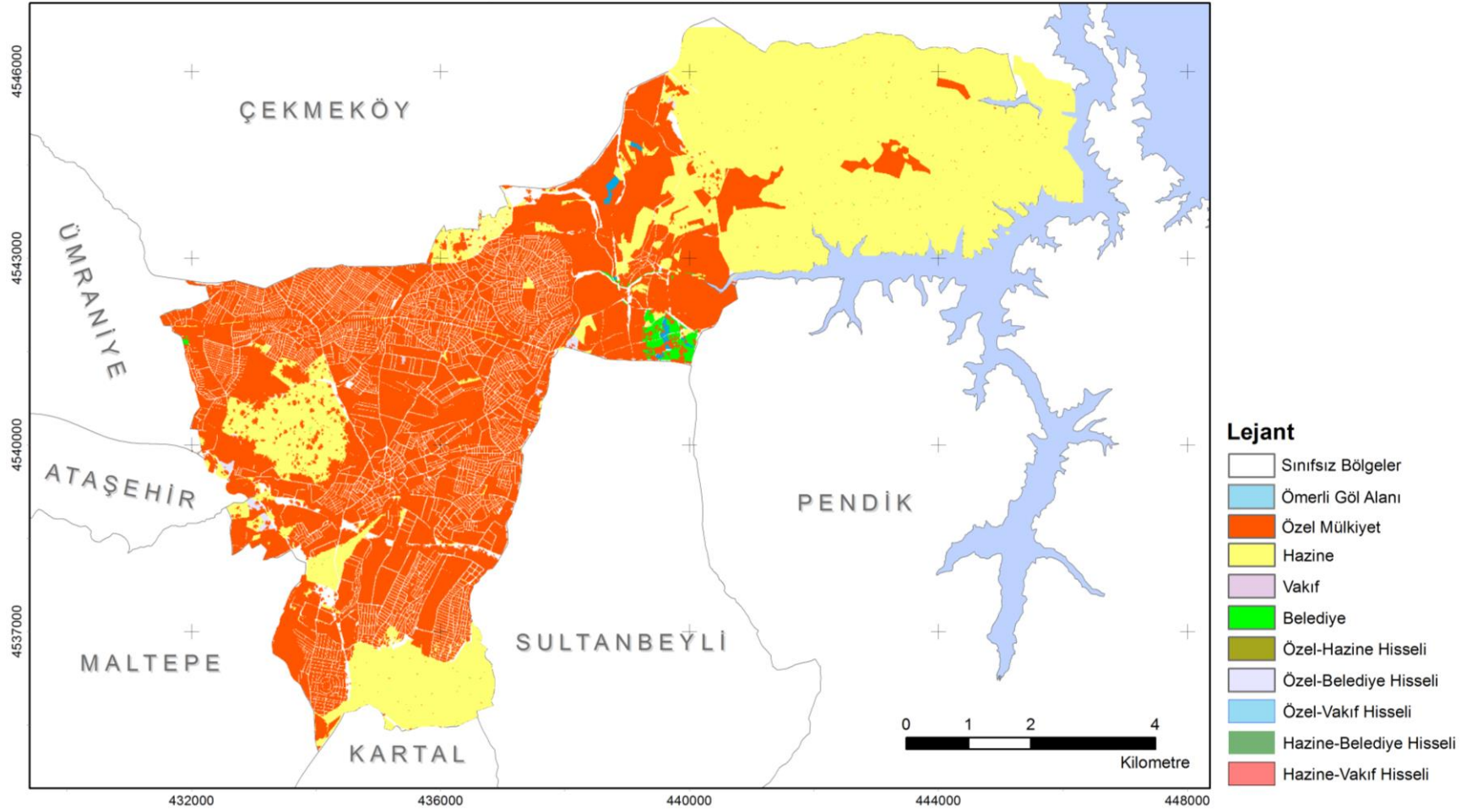
Şekil 5.11 Arazi Kullanımı Simülasyonu 2050 Yılı Kestirim Sonucu.

## Arazi Kullanımı Simülasyonu 2070



Şekil 5.12 Arazi Kullanımı Simülasyonu 2070 Yılı Kestirim Sonucu

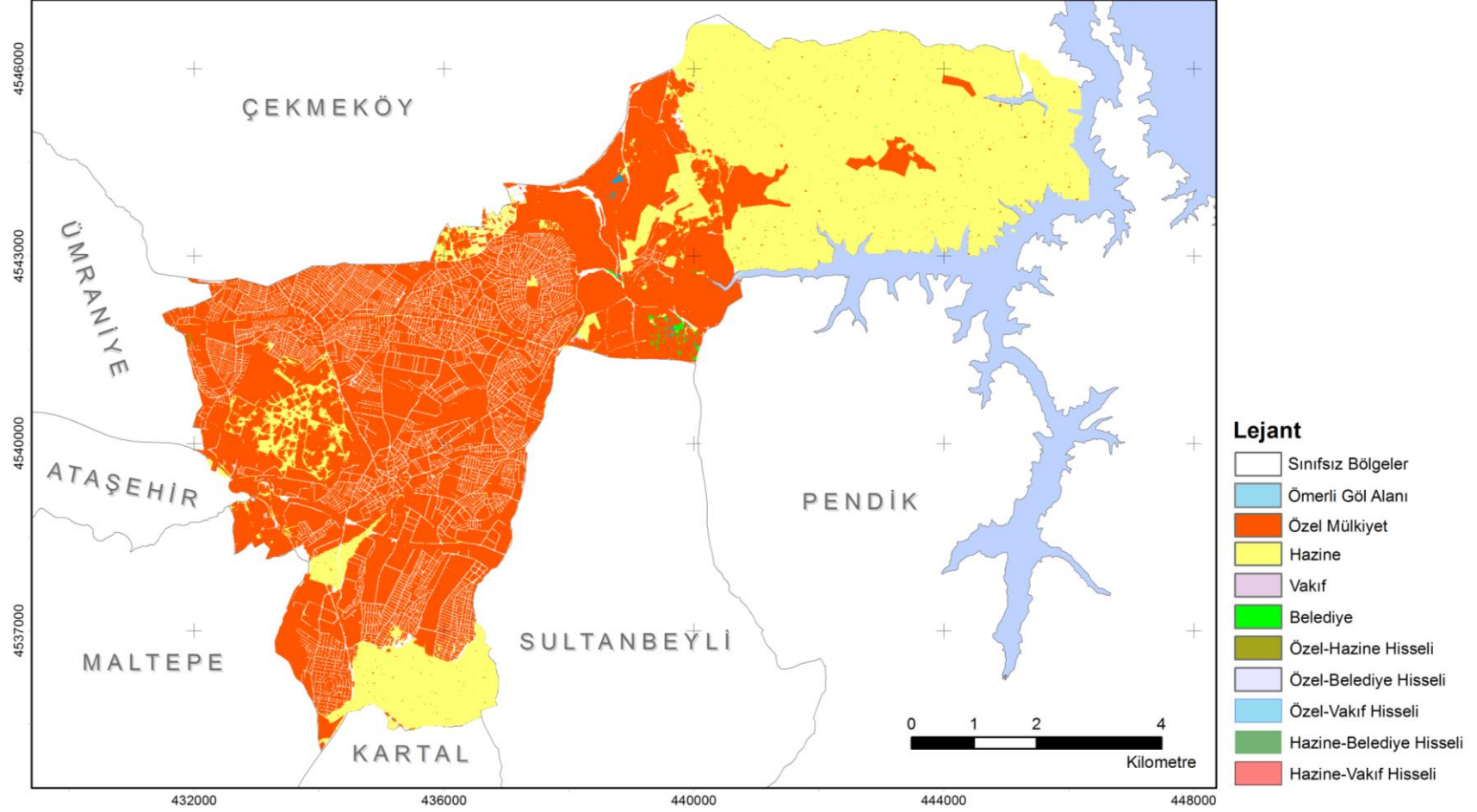
### Mülkiyet Deseni Simülasyonu 2030



Şekil 5.13 Mülkiyet Deseni Simülasyonu 2030 Yılı Kestirim Sonucu.

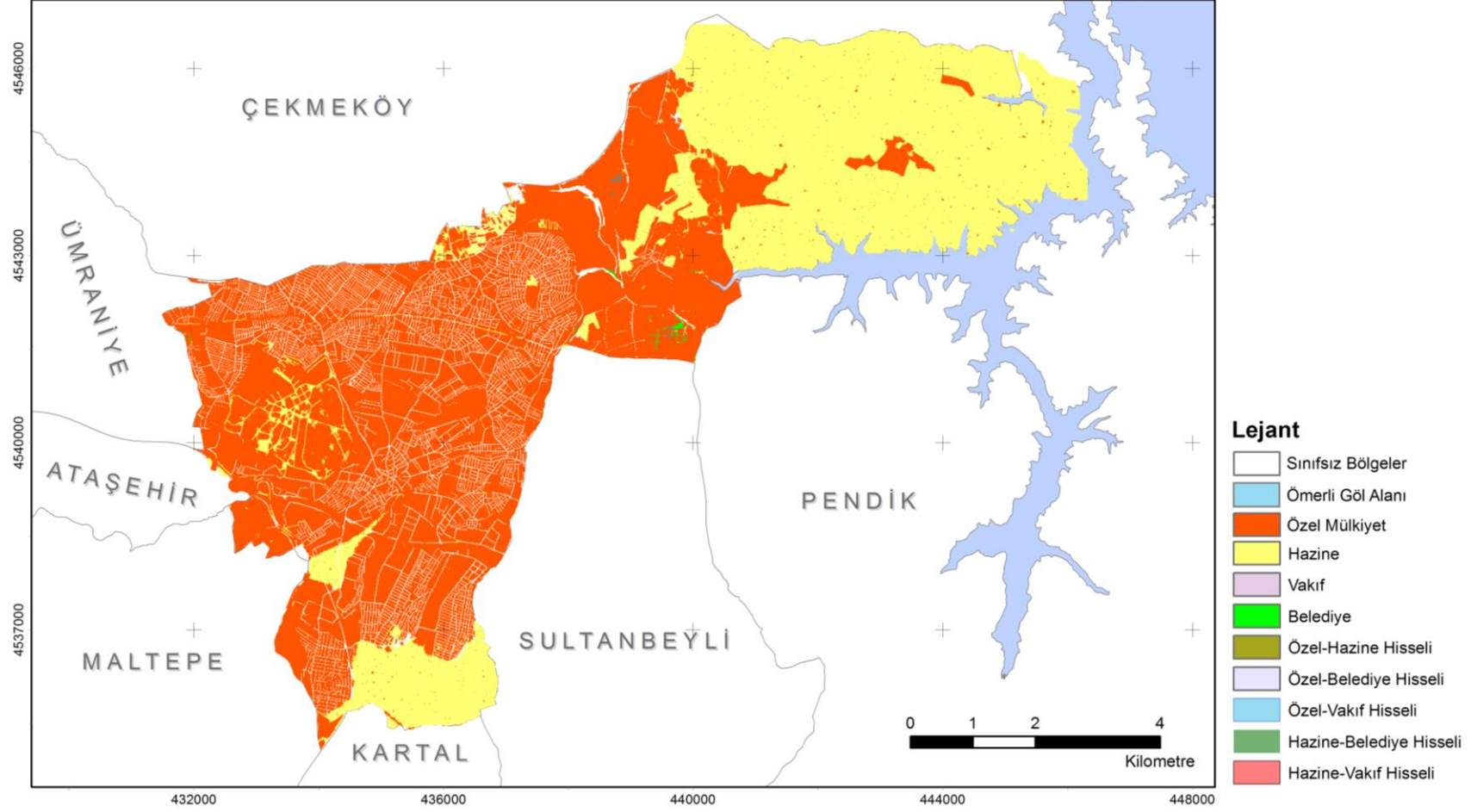


### Mülkiyet Deseni Simülasyonu 2050



Şekil 5.14 Mülkiyet Deseni Simülasyonu 2050 Yılı Kestirim Sonucu.

### Mülkiyet Deseni Simülasyonu 2070



Şekil 5.15 Mülkiyet Deseni Simülasyonu 2070 Yılı Kestirim Sonucu.



## ÖZGEÇMİŞ

### **Kişisel bilgiler**

Adı Soyadı Ahmet Emir YAKUP  
Doğum Yeri ve Tarihi Kadıköy, 10.05.1993  
Medeni Hali Bekar  
Yabancı Dil İngilizce  
E-posta Adresi emirykp@gmail.com

### **Eğitim ve Akademik Durumu**

Lise Mehmetcik Lisesi, 2011  
Lisans Cumhuriyet Üniversitesi, 2015

### **İş Tecrübesi**

NiK İnşaat Tic.Ltd. Şti. Geomatik Mühendisi, 2017