

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOKTORA TEZİ**

**KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ:  
ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU**

**Serhat CENGİZ**

**PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI**

**ANKARA  
2019**

**Her hakkı saklıdır**

## TEZ ONAYI

Serhat CENGİZ tarafından hazırlanan “Kentsel Büyüme Dinamiklerinin Modellenmesi: Ankara Kenti Simülasyonu” adlı tez çalışması 19/04/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı’nda **DOKTORA TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Danışman:** Prof. Dr. Dicle OĞUZ



Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

**Jüri Üyeleri:**



**Başkan:** Prof. Dr. Dicle OĞUZ

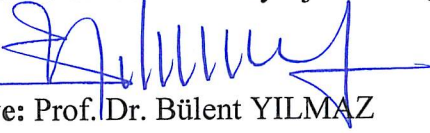
Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

**Üye:** Prof. Dr. Nilgül KARADENİZ



Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

**Üye:** Prof. Dr. Bülent YILMAZ



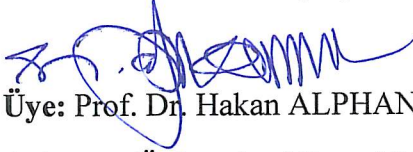
İnönü Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

**Üye:** Prof. Dr. Oğuz YILMAZ



Ankara Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

**Üye:** Prof. Dr. Hakan ALPHAN



Çukurova Üniversitesi Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

**Yukarıdaki sonucu onaylarım.**

**Prof. Dr. Özlem YILDIRIM**

**Enstitü Müdürü V.**

## ETİK

Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez içindeki bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, bilgilerin üretilmesi aşamasında bilimsel etiğe uygun davrandığımı, yararlandığım bütün kaynakları atıf yaparak belirttiğimi beyan ederim.

19/04./2019



Serhat CENGİZ

## ÖZET

Doktora Tezi

### KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ: ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU

Serhat CENGİZ

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Dicle OĞUZ

Kentsel sistemlerin dinamik yapısını açıklayan çalışmalarda, kentin biyofiziksel ve insani süreçler tarafından şekillenen ve aynı zamanda bu süreçleri şekillendirerek yeniden üreten karmaşık doğasının anlaşılmasının zor ancak bu sistemin ekolojik, ekonomik ve toplumsal parametreleri etkileme durumu nedeniyle zorunlu ve önemli bir süreç olduğundan bahsedilmektedir. Bu önemden hareketle bu tez çalışması; Ankara kenti ve yakın çevresini içine alan (2023 Nazım İmar Plan sınırı) bir çerçevede Ankara'da geçmişten günümüze yaşanan kentsel genişleme, sosyo-ekonomik ve ekolojik süreçler arasında farklı mekânsal ölçeklerde gerçekleşen karşılıklı etkileşimin ortaya konulmasını ve 1984 -2038 yılları arasındaki dönem için kentin mekânsal genişlemesinin peyzaj deseni üzerinde yaratacağı olası etkilerin simüle edilmesini amaçlamaktadır. Bu amaç doğrultusunda farklı veri kaynaklarından elde edilen mekânsal ve istatistikî veriler bu tez çalışmasına özgü olarak geliştirilen ve hâlihazırda kullanılagelen çeşitli uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri teknikleri işlenerek yüksek doğruluğa sahip çok zamanlı bir veri tabanı oluşturularak dinamik desen değişim analizleri ve modelleme çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Araştırmada desen değişim analizleri; çok zamanlı arazi kullanım haritaları üzerinden peyzaj metrikleri ve bu tez çalışmasına özgü olarak geliştirilen Coğrafi Bilgi Sistemleri yazılımlarına uyumlu olarak kullanılabilen kentsel yayılma metrik modülü ile ölçülerek gerçekleştirilmiştir. Araştırma doğrultusunda elde edilen veri setleri Lojistik regresyon, Hücresel Otomasyon, Markov ve Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları gibi birbirinden farklı modelleme tekniklerini entegre olarak kullanan hibrit bir peyzaj desen değişim modeli üzerinden modellenerek Ankara'nın arazi kullanım değişimi 2020 yılından başlayarak 2 yıl aralıklarla 2038 yılına kadar çeşitli doğruluk analizleri ile test edilerek (ROC, mcfadden, skill measurement) yüksek doğrulukla simüle edilmiştir.

Sonuç olarak, çeşitli mekânsal veri setlerini farklı analiz ve modelleme tekniklerini bir arada kullanarak yorumlama gücüne sahip araştırma kapsamında ortaya konulan yöntem aracılığıyla, kentsel desen değişiminin peyzaj deseni nasıl, ne kadar, ne zaman ve ne yönde etkilendiği ve gelecekte nasıl, ne kadar, ne zaman ve ne yönde etkileneceği Ankara kenti üzerinden açıklanmıştır. Araştırma bulgularına göre Ankara'daki kentsel genişleme süreci çoğunlukla tarım alanları, seyrek vejetasyon alanları ve ıslak alan

vejetasyon sistemleri gibi doğal ve üretken peyzajlarda desen değişimine neden olmakta ve bu peyzajların şekil, alan ve komşuluk özelliklerini değiştirerek peyzaj fonksiyonlarının bozulmasına neden olduğu ve gelecekte bu etkinin daha da yoğunlaşarak peyzajların tamamen yok olacağı tespit edilmiştir. Benzer şekilde kent yerleşiminin konumu ve genişleme yönü hem değerli tarım havzalarının yok olmasına hem de bu havzalardaki su sistemlerini etkileyerek bu sistemlerin günümüze kadar geçen süre içerisinde ısıl koridor işlevlerinin bozulmasına ve gelecekte de bu işlevlerin yok olmasına neden olacağı ortaya konulmuştur. Ayrıca kentin gelişim sürecini yönlendirmek için hazırlanmış planların ki sonuncusu 2023 Ankara Nazım İmar Planı (Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından hazırlanan 1/100.000 ölçekli Çevre Düzeni Planı hem araştırma ölçeğine uygun olmadığı hem de planlama hiyerarşisine uygun üretilmediğinden dolayı) kentsel genişlemenin üretici ve doğal peyzajlar üzerinde yarattığı baskıyı azaltması bir yana daha da artırdığı ve benzer şekilde kentsel saçaklanmanın artmasını neden olarak kentsel hizmetlerin kent sakinleri arasında homojen dağılmaması ve toplumsal tabakalaşmanın artması gibi bir takım ekolojik ve toplumsal sorunun oluşmasına neden olduğu tespit edilmiştir.

**Nisan 2019, 264 sayfa**

**Anahtar Kelimeler:** Uzaktan algılama, Peyzaj metrikleri, Kentsel yayılma metrikleri, Lojistik Regresyon, Hücresel Otomasyon, Markov Chain ve Çok Katmanlı Yapay Sınır Ağları, Mekânsal değişim modelleri ve simülasyonu

## ABSTRACT

Ph.D. Thesis

### MODELING OF URBAN GROWTH DYNAMICS: SIMULATION OF ANKARA CITY

Serhat CENGİZ

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Landscape Architecture

Supervisor: Prof. Dr. Dicle OĞUZ

In most of the studies that claim to explain the dynamic structure of urban systems, it is mentioned that the understanding of the complex nature of the city, which is shaped by biophysical and human processes, and which at the same time is shaping and reproducing these processes, is difficult because of the wide variety and different scales of many parameters but is a necessary process due to the influence of the system on ecological, economic and social parameters. From this point of view, this thesis study aims to reveal mutual interaction between the urban development that took place in Ankara from past to present, socio-economic and ecological processes on different spatial scales and to simulate the possible effects of the spatial expansion of the city for the period between 1984 and 2038 in a framework that covers the city of Ankara and its immediate surroundings (2023 Reconstruction Plan border). For this purpose, analyzes of dynamic pattern change were performed and modeling studies were carried out by processing spatial and statistical data obtained from different data sources with the conventionally used various remote sensing and geographical information systems techniques and the techniques developed specifically for this thesis and by forming a multi-time database with high accuracy. In this research, measurement of pattern change analyzes was carried out over multi-time land use maps by landscape metrics and urban sprawl metric module that can be used in accordance with the Geographic Information Systems software developed for this thesis study. The data sets obtained from the research were simulated with high accuracy by modeling on a hybrid landscape pattern change model that integrates different modeling techniques such as Logistic regression, Cellular Automation, Markov and Multilayer Artificial Neural Networks and by testing the land use change of Ankara from 2020 to 2038 at 2 years intervals with various accuracy analyses (ROC, mcfadden, skill measurement).

Consequently, how, how much, when and in what direction landscape pattern was affected by the urban pattern change and how, how much, when and in what direction it will be affected in the future is explained through the city of Ankara by means of the method set forth in the research that has the power to interpret by using different spatial data sets combined with different analysis and modeling techniques. According to the findings of the research, the process of urban expansion in Ankara often leads to a

change in patterns in natural and productive landscapes such as agricultural areas, sparse vegetation areas and wet area vegetation systems, and this has changed the shape, area and neighborhood characteristics of the landscapes, causing the deterioration of the landscape functions, and in the future, this effect will be further intensified and the landscapes will be completely destroyed. Similarly, it has been shown that the location and expansion of the urban settlement has affected both the destruction of the valuable agricultural basins and the water systems in these basins, leading to the deterioration of the thermal corridor functions of these systems until now and to the destruction of these functions in the future. In addition, it has been determined that plans to guide the development process of the city, noting that the last one, 2023 Ankara Master Plan (1 / 100.000 scale Environmental Plan prepared by Ankara Metropolitan Municipality for not being suitable for the research scale and not being produced according to the planning hierarchy), aside from reduction further increase the pressure of urban expansion on productivity and natural landscapes and similarly, result in increase in the urban fringe and cause a number of ecological and social problems such as the lack of homogeneous distribution of urban services among the inhabitants of the city and the increase of social stratification.

**April 2019, 264 pages**

**Key Words:** Remote sensing, Landscape metrics, Urban sprawl metrics, Logistic regression, Cellular Automation, Spatial change models and simulation by Markov and Multilayer Artificial Neural Networks techniques

## ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR

Öncelikle tez konusunu seçerken isteklerimi göz önünde bulundurup beni bu konuda yönlendiren ve bu süreçte benden bilimsel ve psikolojik desteğini esirgemeyen tez danışman hocam Sayın Prof. Dr. Dicle Oğuz'a, tez çalışmalarım süresince geliştirici önerileri ile çalışmayı yönlendiren tez izleme komitesi üyelerinden Sayın Prof. Dr. Nilgöl Karadeniz'e, çalışmanın teknik bölümlerinin geliştirilmesinde öneri ve destekleri ile katkı sunan tez izleme komitesi üyelerinden Sayın Prof. Dr. Bülent Yılmaz'a ve tez jüri üyelerinden Sayın Prof. Dr. Oğuz Yılmaz'a ve Sayın Prof. Dr. Hakan Alphan'a teşekkürlerimi sunarım.

Çalışmama teknik konularda destek sağlayan araştırma görevlisi İdil Kanter Otçu'ya, TÜBİTAK proje asistanları Elif Oktay ve Güngör Ortaç'a, Feza Çavuşlar'a, Mehmet Nazım Özer'e, Doç. Dr. Anıl Akın Tanrıöver'e çok teşekkür ederim.

Çalışmalarım süresince bana destek olan Anneme ve Babama, teknik ve geliştirici sohbetler ile beni yönlendiren kardeşim Sertan Cengiz'e, arkadaşım Arda Söğüt'e ve Ankara'nın öteki yüzünü birlikte keşfettiğim Serhan Sevindik'e teşekkürlerimi sunarım.

Tez çalışmam süresince beni sürekli yönlendiren ve bu çalışmada büyük emeği olan Doç. Dr. Sevgi Görmüş'e minnetlerimi sunarım.

Bu tez çalışması, "Peyzaj Desen Süreç Etkileşiminin Modellenmesi ve Ankara Kenti İçin Sürdürülebilir Arazi Kullanım Stratejilerinin Geliştirilmesi (217K323)" projesi kapsamında desteklenmiştir.

Serhat CENGİZ  
Ankara, Nisan 2019



## İÇİNDEKİLER

<b>TEZ ONAYI SAYFASI</b>	
<b>ETİK.....</b>	<b>i</b>
<b>ÖZET.....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>iv</b>
<b>ÖNSÖZ ve TEŞEKKÜR.....</b>	<b>vi</b>
<b>SİMGELER DİZİNİ.....</b>	<b>x</b>
<b>ŞEKİLLER DİZİNİ.....</b>	<b>xiv</b>
<b>ÇİZELGELER DİZİNİ.....</b>	<b>xvii</b>
<b>1. GİRİŞ.....</b>	<b>1</b>
<b>1.1 Araştırmanın Kapsamı.....</b>	<b>6</b>
<b>1.2 Araştırma Sorusu ve Hipotezi.....</b>	<b>8</b>
<b>2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1 Kentleşme ve Kentsel Büyüme Etkileşimi.....</b>	<b>11</b>
<b>2.1.1 Kentsel yayılmanın nedenleri ve sonuçları.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1.2 Kentsel yayılma tipleri.....</b>	<b>15</b>
<b>2.2 Kentsel Dinamiklerin modellenmesi.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2.1 Kentsel modeller.....</b>	<b>20</b>
<b>2.2.2 Peyzaj ekolojisi modelleri.....</b>	<b>24</b>
<b>2.2.2.1 Mekânsal stokastik modeller.....</b>	<b>25</b>
<b>2.2.2.2 Süreç bazlı modeller.....</b>	<b>26</b>
<b>2.2.2.3 Ajan/Etmen bazlı modeller.....</b>	<b>35</b>
<b>2.3 Kentsel Büyüme Dinamiklerinin Ekolojik ve Fiziksel Ölçümleri.....</b>	<b>35</b>
<b>2.3.1 Kentsel yayılma ölçümleri.....</b>	<b>37</b>
<b>2.3.2 Peyzaj deseni ölçümleri.....</b>	<b>40</b>
<b>2.4 Ankara’da Kentsel Büyüme Süreci.....</b>	<b>41</b>
<b>3. MATERYAL VE YÖNTEM.....</b>	<b>58</b>
<b>3.1 Materyal.....</b>	<b>58</b>
<b>3.1.1 Veri yapısı ve veri kaynakları.....</b>	<b>58</b>
<b>3.1.2 Çalışma alanı.....</b>	<b>59</b>
<b>3.1.2.1 Biyofiziksel özellikler.....</b>	<b>61</b>

3.1.2.2 Nüfus yapısı ve sosyo-ekonomik özellikler.....	65
3.2 Yöntem .....	72
3.2.1 Peyzaj desen değişimi ve değişimi yönlendiren değişkenlerin belirlenmesi .....	73
3.2.1.1 Peyzaj desen değişiminin çok zamanlı olarak belirlenmesi.....	75
3.2.1.2 Kentsel peyzaj desen değişiminde etkili olan değişkenlerin belirlenmesi.....	89
3.2.2 Kentsel peyzaj desen değişiminin modellenmesi .....	95
3.2.2.1 AK/AÖ Markov geçiş matrislerinin oluşturulması.....	95
3.2.2.2 ÇKYSYA tekniği ile sistemin eğitilmesi ve HO geçiş kurallarının belirlenmesi.....	97
3.2.3 Peyzaj desen değişiminin, peyzaj süreci üzerindeki etkisinin belirlenmesi .....	98
3.2.3.1 Kentsel desen değişiminin ölçülmesi .....	98
3.2.3.2 Desen değişiminin biyoçeşitlilik üzerine etkisinin belirlenmesi .....	98
3.2.3.3 Desen değişiminin yüzey sıcaklığına üzerindeki etkisinin belirlenmesi .....	102
4. BULGULAR.....	104
4.1 Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişimi.....	104
4.1.1 Düzey 1 arazi kullanımı/örtüsü değişimi .....	106
4.1.2 Düzey 2 arazi kullanımı/örtüsü değişimi .....	111
4.1.3 Düzey 3 arazi kullanımı/örtüsü değişimi .....	116
4.2 Arazi Kullanımı / Örtüsü Değişimi ve Biyofiziksel Süreçler.....	123
4.3 Arazi Kullanımı / Örtüsü Değişimi ve Sosyo Ekonomi .....	128
4.4 Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişim Matrisleri-Arazi Geçişleri .....	152
4.5 Peyzaj Desen Değişiminin Ölçülmesi.....	162
4.5.1 Kentsel yayılma metrikleri .....	162
4.5.2 Peyzaj metrikleri .....	179
4.6 Kentsel Büyümenin ve Büyüme Dinamiklerinin Modellenmesi .....	203
4.6.1 Kontrol model.....	203
4.6.2 Tahmin model (2035 kentsel büyüme) .....	209
4.7 Peyzaj Desen Değişiminin Modellenmesi .....	218
4.7.1 Peyzaj desen değişim modeli .....	218
4.7.2 Simülasyon sonuçlarına ilişkin desen değişim ölçümleri.....	222

<b>5. TARTIŞMA VE SONUÇ</b> .....	<b>229</b>
<b>5.1 Tartışma</b> .....	<b>230</b>
<b>5.2 Sonuç</b> .....	<b>240</b>
<b>KAYNAKLAR</b> .....	<b>243</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ</b> .....	<b>259</b>



## SİMGELER DİZİNİ

### Kısaltmalar

CBS	Coğrafi Bilgi Sistemleri
UA	Uzaktan Algılama
NİP	Nazım İmar Planı
TÜİK	Türkiye İstatistik Kurumu
AK/AÖ	Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü
YSA	Yapay Sinir Ağları
MİA	Merkezi İş Alanları
LUCAS	The Land-Use Change Analysis System (Arazi Kullanım Değişim Analiz Sistemi)
TPM	Transition Probability Matrix (Geçiş Olasılık Matrisleri)
LUCC	Land Use And Cover Change (Arazi Kullanımı ve Örtüsü Değişimi Modeli)
LCM	Land Change Modeler For Ecological Sustainability (Ekolojik Sürdürülebilirlik için Arazi Değişim Modeli)
MLP	Multi-Layer Perception Neural Network (Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları)
CA(HO)	Cellular Automata (Hücresel otomasyon)
ANN	The Artificial Neural Network Model (Yapay sinir ağları)
MATLAB	<u>Matrix Laboratory</u> (Matris Laboratuvarı)
SPSS	Statistical Package For The Social Sciences (Sosyal Bilimler İçin İstatistik Programı)
FRAGSTAT	Spatial Pattern Analysis Program For Categorical Maps (Kategorik haritalar için mekânsal desen analiz programı)
SLEUTH	Slope, Land Use, Exclusion, Urban Extent, Transportation, Hillshade
SYM	Sayısal Yükseklik Modeli
CA	Class Area (Sınıf Alanı)
PA	Number Of Patches (Leke sayısı)
AWMP	Area Weighted Mean Patch (Ortalama Leke Alan Ağırlığı)
USGS	United States Geological Survey (Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji

	Araştırma Kurumu)
NDVI	Normalize Difference Vegetation Index (Normalleştirilmiş Vejetasyon Fark İndeksi)
PVI	Perpendicular Vegetation Index (Dik Vejetasyon İndeksi)
WDVI	Weighted Difference Vegetation Index (Ağırlıklandırılmış Vejetasyon Fark İndeksi)
SAVI	Soil Adjusted Vegetation Index (Toprak Ayarlanmış Vejetasyon İndeksi)
TSAVI	Transformed Soil Adjusted Vegetation Index (Dönüştürülmüş Toprak Ayarlanmış Vejetasyon İndeksi)
LAI	Leaf Area Index (Yaprak Alan İndeksi)
FI	Forest Index (Orman İndeksi)
MFI	Modified Forest Index (Geliştirilmiş Orman İndeksi)
NDbal	Normalized Difference Barren Index (Normalize Fark Çıplaklık İndeksi)
NDBI	Normalize Difference Built Up Index (Normalize Fark Yerleşim İndeksi)
MBI	Modified Brightness Index (Geliştirilmiş Parlaklık İndeksi)
MNDWI	Modified Normalize Difference Water Index (Geliştirilmiş Normalize Fark Su İndeksi)
SI	Surface Index (Şekil İndeksi)
LSWI	Land Surface Water Index (Arazi Yüzey Su İndeksi)
DEM	Digital Elavation Model (Sayısal Yükseklik Modeli)
GPS	Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)
ROC curve	Receiver Operating Characterstics Curve (Alıcı Çalışma Özellikleri Eğrisi)
ÇKYSA	Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları
MCA	Markov Chain Analizi
TA	Toplam Alan (Total Area)
LPI	Largest Patch Index (En Büyük Leke İndeksi)
PLAND	Percentage of Landscape (Peyzaj Yüzdesi)
TE	Total Edge (Toplam Kenar)
ED	Edge Density (Kenar Yoğunluğu)

GYRATE-MN	Mean Radius Of Gyration Distribution (Dönme Dağılımının Ortalama Çapı)
SHAPE-MN	Mean Shape Index (Ortalama Şekil İndeksi)
CONTIG	Contiguity Index (Bitişiklik İndeksi)
CIRCLE	The Related Circumscribing Circle (Dairesellik İndeksi)
PAFRAC	Perimeter-Area Fractal Dimension (Çevre-Alan Fraktal Boyut İndeksi)
TCA	Total Core Area (Toplam Merkez Alanı)
NCORE	Number of Core Areas (Merkez Alan Sayısı)
DCAD	Disjunct Core Area Density (Parçalanmış Merkez Alan Yoğunluğu)
CORE	Core Area Distribution (Merkezi Alan Dağılımı)
DCORE	Disjunct Core Area Distribution (Parçalı Merkezi Alan Dağılımı)
CPLAND	Core Area Percentage of Landscape (Peyzajın Merkezi Alan Yüzdesi)
CORE-MN	Core Area Distribution (Ortalama Merkezi Alan Dağılımı)
DCORE-MN	Disjunct Core Area Distribution (Ortalama Parçalanmış Merkezi Alan Dağılımı)
ENN	Euclidean Nearest Neighbor Distance Distribution (Öklid En Yakın Komşu Mesafe Dağılımı)
PROX	Proximity Index Distribution (Yakınlık Endeksi Dağılımı)
PR	Patch Richness (Leke Zenginliği)
PRD	Patch Richness Density (Leke Zenginlik Yoğunluğu)
RPR	Relative Patch Richness (Bağıl Leke Zenginliği)
SHEI	Shannon's Evenness Index (Shannon Eşitlik İndeksi)
SIEI	Simpson's Evenness Index (Simpson Eşitlik İndeksi)
MSIEI	Modified Simpson's Evenness Index (Geliştirilmiş Simpson Eşitlik İndeksi)
SHDI	Shannon's Diversity Index (Shannon Çeşitlilik İndeksi)
SIDI	Simpson's Diversity Index (Simpson Çeşitlilik İndeksi)
MSIDI	Modified Simpson's Diversity Index (Geliştirilmiş Simpson Çeşitlilik İndeksi)
SEBAL	Surface Energy Balance Algorithm For Land (Arazi İçin Yüzeysel Enerji Dengesi Algoritması)
DN	Digital Number (Dijital Sayı)

Km	Kilometre
M	Metre
GMU	Geometrik Merkeze Uzaklık
Ha	Hektar
CONNECT	Connectance Index (Bağılılık Endeksi)
LRM	Logistic Regression Model (Lojistik Regresyon Modeli)



## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 Kentsel yayılma kavramsal şeması .....	15
Şekil 2.2 Kentsel yayılmanın fiziksel formları .....	17
Şekil 2.3 Ankara kenti desen değişim kronolojisi.....	42
Şekil 2.4 Ankara 1839 tarihli von Vincke planı.....	43
Şekil 2.5 1920 Ankara Planı.....	44
Şekil 2.6 Löcher Planı .....	45
Şekil 2.8 Jansen Planı 1932.....	48
Şekil 2.9 1957 Nihat Yücel-Raşit Uybadin Planı.....	50
Şekil 2.10 1990 Ankara Nazım Planı.....	53
Şekil 2.11 2015 Ankara Yapısal Planı .....	55
Şekil 2.12 1924-2005 Ankara makroform değişimi.....	55
Şekil 2.13 2023 Ankara Nazım İmar Planı .....	57
Şekil 3.1 Coğrafi konum .....	60
Şekil 3.2 Yükseklik değişimi .....	62
Şekil 3.3 Eğim ve bakı değişimi .....	63
Şekil 3.4 Büyük toprak grupları ve arazi kullanım kabiliyeti .....	64
Şekil 3.5 Akarsu varlığı.....	65
Şekil 3.6 Ankara ili nüfus değişim hızı (TÜİK 2016).....	67
Şekil 3.7 1965-1990 ilçe nüfus değişimi.....	69
Şekil 3.8 2000-2017 ilçe nüfus değişimi.....	70
Şekil 3.9 1985-2000 işsizlik durumu .....	72
Şekil 3.10 Yöntem ana aşamaları.....	73
Şekil 3.11 Peyzaj desen değişiminde etkili olan değişkenlerin belirlenmesi.....	74
Şekil 3.12 Mozaiklenmiş ve çalışma alanına göre çıkarılmış görüntü.....	76
Şekil 3.13 Araştırmada kullanılan segmentasyon algoritmaları satranç tahtası.....	79
Şekil 3.14 NIR -Red bantları arasındaki regresyon grafiği.....	81
Şekil 3.15 Geliştirilmiş Orman İndeksi kategorilere ilişkin histogram değerleri .....	84
Şekil 3.16 Araştırmada kullanılan vejetasyon indeksleri.....	85
Şekil 3.17 Mevsimlik görüntülerde vejetasyon değişimi.....	87
Şekil 3.18 Parlaklık indeksi (MBI) kategorilere ait eşik değerleri.....	88
Şekil 3.19 Mekânsal otokorolesyon çeşitleri .....	90



Şekil 3.20 2010 yılı için tahmin edilen işsizlik oranı.....	93
Şekil 3.21 Peyzaj desen değişiminin modellenmesi .....	96
Şekil 3.22 Kentsel metrik ölçüm modülü ara yüzü .....	99
Şekil 4.1 Düzey 1-Alansal değişim.....	107
Şekil 4.2 1984 Düzey 1 arazi kullanım durumu.....	108
Şekil 4.3 2001 Düzey 1 arazi kullanım durumu.....	109
Şekil 4.4 2018 Düzey 1 arazi kullanım durumu.....	110
Şekil 4.5 Mogan Gölü'nde vejetasyon oluşumu .....	112
Şekil 4.6 1984 Düzey 2 arazi kullanım durumu.....	113
Şekil 4.7 2001 Düzey 2 arazi kullanım durumu.....	114
Şekil 4.8 2018 Düzey 2 arazi kullanım durumu.....	115
Şekil 4.9 Düzey 3 alansal değişim grafiği.....	118
Şekil 4.10 1984 Düzey 3 arazi kullanım durumu.....	120
Şekil 4.11 2001 Düzey 3 arazi kullanım durumu.....	121
Şekil 4.12 2018 Düzey 3 arazi kullanım durumu.....	122
Şekil 4.13 Yüzey sıcaklıkları ve ısı koridorları.....	127
Şekil 4.14 Nüfus ve kentsel doku grafiği .....	129
Şekil 4.15 Endüstriyel alanlar ve yollar kategorisi ve nüfus grafiği .....	130
Şekil 4.16 Akyurt ilçesi zamansal değişim .....	134
Şekil 4.17 Altındağ ilçesi zamansal değişim .....	135
Şekil 4.18 Ayaş ilçesi zamansal değişim .....	136
Şekil 4.19 Bala ilçesi zamansal değişim .....	137
Şekil 4.20 Çankaya ilçesi zamansal değişim .....	138
Şekil 4.21 Çubuk ilçesi zamansal değişim.....	139
Şekil 4.22 Elmadağ ilçesi zamansal değişim .....	140
Şekil 4.23 Etimesgut ilçesi zamansal değişim .....	141
Şekil 4.24 Gölbaşı ilçesi zamansal değişim .....	142
Şekil 4.25 Haymana ilçesi zamansal değişim .....	143
Şekil 4.26 Kahramankazan ilçesi zamansal değişim.....	144
Şekil 4.27 Kalecik ilçesi zamansal değişim .....	145
Şekil 4.28 Keçiören ilçesi zamansal değişim.....	146
Şekil 4.29 Kızılcıhamam ilçesi zamansal değişim .....	147
Şekil 4.30 Mamak ilçesi zamansal değişim .....	148

Şekil 4.31 Pursaklar ilçesi zamansal değişim .....	149
Şekil 4.32 Sincan ilçesi zamansal değişim.....	150
Şekil 4.33 Yenimahalle ilçesi zamansal değişim .....	151
Şekil 4.34 Arazi dönüşümü: Ankara kent merkezinin güneyinde bulunan Sarıkayalar köyü 1984'den 2002'ye geçerken terkedilmiştir .....	153
Şekil 4.35 1984-2001 arazi geçişleri.....	156
Şekil 4.36 2005-2018 Dikmen Vadisi arazi dönüşüm .....	157
Şekil 4.37 2001-2018 arazi geçişleri.....	161
Şekil 4.38 Arazi geçişlerinin mekânsal eğilimi.....	162
Şekil 4.39 Ankara İncesu kentsel saçak bölgesi.....	165
Şekil 4.40 1984 yılı kentsel yayılma tiplerinin ve kentsel uzantının ölçülmesi.....	167
Şekil 4.41 2001 yılı kentsel yayılma tiplerinin ve kentsel uzantının ölçülmesi.....	168
Şekil 4.42 2018 yılı kentsel yayılma tiplerinin ve kentsel uzantının ölçülmesi.....	169
Şekil 4.43 1984-2001 dönemi kentsel büyüme .....	171
Şekil 4.44 2001-2018 dönemi kentsel büyüme .....	172
Şekil 4.45 1984-2018 dönemi kentsel büyüme .....	173
Şekil 4.46 Kentsel yoğunluk mesafe ilişki grafiği .....	175
Şekil 4.47 Kentsel yoğunluk ve tarımsal yoğunluk mesafe ilişkisi grafiği.....	176
Şekil 4.48 Kentsel yoğunluk değişimi .....	178
Şekil 4.49 Metrik ölçümleri ve hareketli pencere arasındaki ilişki grafiği .....	181
Şekil 4.50 Alan kenar metrikleri .....	189
Şekil 4.51 Şekil metrikleri.....	193
Şekil 4.52 Çeşitlilik metrikleri .....	202
Şekil 4.53 Kontrol model bağımlı ve bağımsız değişkenler .....	203
Şekil 4.54 Kontrol model ROC eğrisi .....	204
Çizelge 4.31 Model tutarlılığına ilişkin istatistik test sonuçları.....	204
Şekil 4.55 Kontrol model 2018 yılı kentsel büyüme alanları.....	208
Şekil 4.56 Tahmin model 2035 yılı Ankara kentsel büyüme alanları.....	213
Şekil 4.57 2035 yılı kentsel yayılma tiplerinin ve kentsel uzantının ölçülmesi.....	215
Şekil 4.58 2018-2035 dönemi kentsel büyüme .....	217
Şekil 4.59 2038 Peyzaj Desen Değişim Modeli ÇKYSA ara yüzü.....	219
Şekil 4.61 Kentsel yoğunluk mesafe ilişkisi grafiği.....	222
Şekil 4.62 Kentsel yoğunluk-mesafe ve Tarımsal yoğunluk- mesafe ilişkisi .....	224

## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 2.1 Kentsel yayılma karakteristikleri .....	16
Çizelge 2.2 Ekonomi temelli kentsel simülasyon modelleri .....	22
Çizelge 2.3 Kentsel yayılmanın ölçülmesinde kullanılan peyzaj metrikleri.....	37
Çizelge 2.4 Kentsel yayılmayı ölçmek için kullanılan kentsel metrikler.....	38
Çizelge 2.5 Biyolojik çeşitlilik değerlendirmeleri için peyzaj metrikleri .....	41
Çizelge 3.1 Veri özellikleri ve kaynakları.....	58
Çizelge 3.2 Ankara nüfus artış hızı ve Türkiye nüfusuna oranı.....	66
Çizelge 3.3 Yıllara göre ilçe nüfuslarının değişimi .....	68
Çizelge 3.4 1985-2000 İşsizlik durumu .....	71
Çizelge 3.5 Sınıflandırma için belirlenen arazi kullanım kategorileri .....	77
Çizelge 3.6 Kentsel yayılda etkili olan değişkenler .....	91
Çizelge 3.7 Araştırmada kullanılan kentsel metrikler .....	100
Çizelge 3.8 Araştırmada kullanılan peyzaj metrikleri.....	101
Çizelge 4.1 2018 yılı için hesaplanan karışıklık matrisi .....	105
Çizelge 4.2 Düzey 1 arazi kullanım kategorilerine ilişkin alansal değişim .....	106
Çizelge 4.3 Düzey 2 arazi kullanım kategorilerine ilişkin alansal değişim .....	111
Çizelge 4.4 Düzey 3 arazi kullanım kategorilerine ilişkin alansal değişim .....	118
Çizelge 4.5 Arazi kullanım kategorilerinin biyofiziksel özelliklerinin zamansal değişimi .....	125
Çizelge 4.6 İlçe düzeyinde işsizlik oranları .....	131
Çizelge 4.7 İlçe düzeyinde peyzaj desen değişimi.....	132
Çizelge 4.8 1984-2001 geçiş matrisleri.....	153
Çizelge 4.9 2001-2018 geçiş matrisleri.....	158
Çizelge 4.10 Kentsel yayılma metrikleri.....	163
Çizelge 4.11 Kentsel yayılma metrikleri ölçüm sonuçları .....	164
Çizelge 4.12 Kentsel uzantı metrikleri ölçüm sonuçları .....	165
Çizelge 4.13 Kentsel uzantının nüfus yoğunluğu .....	170
Çizelge 4.14 Yakınlık-açıklık metrik ölçümleri .....	170
Çizelge 4.15 Kentsel yoğunluk mesafe ilişkisi .....	174
Çizelge 4.16 Arazi kullanım kategorileri yoğunluğu mesafe ilişkisi.....	177
Çizelge 4.17 Alan, yoğunluk, kenar metrikleri tanımlaması .....	182

Çizelge 4.18 Alan, yoğunluk, kenar metrik ölçüm sonuçları.....	186
Çizelge 4.19 Alan, yoğunluk, kenar metrik ölçüm sonuçları.....	187
Çizelge 4.20 Şekil metrikleri tanımlaması .....	190
Çizelge 4.21 Şekil metrik ölçüm sonuçları .....	192
Çizelge 4.22 Şekil metrik ölçüm sonuçları .....	192
Çizelge 4.23 Merkez alan metrikleri tanımlaması .....	194
Çizelge 4.24 Merkez alan metrik ölçüm sonuçları.....	196
Çizelge 4.25 Merkez alan metrik ölçüm sonuçları ( .....	196
Çizelge 4.26 Kümelenme ve izolasyon metrikleri tanımlaması.....	197
Çizelge 4.27 Kümelenme ve izolasyon metrikleri ölçüm sonuçları .....	199
Çizelge 4.28 Kümelenme ve izolasyon metrikleri ölçüm sonuçları .....	199
Çizelge 4.29 Çeşitlilik metrikleri tanımlaması.....	200
Çizelge 4.30 Çeşitlilik metrik ölçüm sonuçları.....	201
Çizelge 4.32 Kontrol model bağımsız değişken önem dereceleri.....	206
Çizelge 4.33 Model tutarlılığına ilişkin istatistik test sonuçları.....	210
Çizelge 4.34 Bağımsız değişken önem dereceleri.....	211
Çizelge 4.35 2035 yılı kentsel yayılma metrik ölçüm sonuçları .....	214
Çizelge 4.36 2035 yılı kentsel uzantı metrik ölçüm sonuçları .....	216
Çizelge 4.37 2035 yılı yakınlık-açıklık metrik ölçüm sonuçları.....	216
Çizelge 4.38 2035 Peyzaj desen değişim modeli arazi örtüsü değişimi sonuçları.....	220
Çizelge 4.39 2038 yılı arazi kullanım kategorileri yoğunluğu mesafe ilişkisi.....	223
Çizelge 4.40 Alan, yoğunluk, kenar metrik ölçüm sonuçları.....	225
Çizelge 4.41 Alan, yoğunluk, kenar metrik ölçüm sonuçları.....	226
Çizelge 4.42 Şekil metrikleri ölçüm sonuçları .....	228
Çizelge 4.43 Merkez alan metrikleri ölçüm sonuçları .....	228
Çizelge 4.44 Çeşitlilik metrik ölçüm sonuçları.....	228

## 1. GİRİŞ

Kent, endüstriyel devrimle birlikte üretim ve pazar biçiminde yaşanan marjinal değişikliklerin sonucunda, günümüzde dünya nüfusunun yarısından fazlasına ev sahipliği yapan, hem tarımsal hem de tarım dışı üretim dağıtım ve denetim işlevlerinin toplandığı, kültürel farklılaşma, uzmanlaşma ve sınıfsal heterojenitenin yaşandığı, tarihsel, toplumsal ve ekonomik niteliğinin yanı sıra bizatihi biyolojik evrimin yapısına nüfuz ederek onu değiştiren toplumsal ekolojik bir olgudur (Weber 2000, Bookchin 2006, Görmüş ve Cengiz 2011, Cengiz vd. 2014). Bu olgu günümüzde, içinde barındırdığı nüfusun hızla artması ve yığılması sonucunda merkezden çepere doğru genişleyerek kentsel altyapı ve üst yapı hizmetlerinin (ulaşım, barınma, sağlıklı bir çevrede yaşama vb. gibi) kent sakinlerine homojen bir şekilde ulaşmaması, kent çeperinde kalan tarımsal peyzajların doğal hallerinden uzaklaşması ve doğal peyzajların yapıları alanlara dönüşmesi gibi bir takım çevresel ve toplumsal sorunlara neden olmaktadır (Cengiz vd. 2014). Kentin mekânsal genişlemesinin yarattığı sorunlar, özellikle 1980'li yıllar ile gündeme gelmiş ve kentlerin, kentsel yayılma (urban sprawl) ve derişik gelişme (compact development) olmak üzere iki tip mekânsal büyüme biçimi gösterdiği ortaya konmuştur (Kaya vd. 2009). Konuyla ilgili çalışmalarda iki tip büyüme biçiminin de olumlu ve olumsuz etkileri ortaya konulmakla birlikte pek çok araştırmada, kentsel yayılmanın, kompakt gelişmeye göre daha fazla çevresel ve sosyal soruna neden olduğu ortaya konulmuştur (Newman ve Kenworthy 1989, AB Komisyonu 1990, Downs 1998, Holcombe vd. 1999, DETR 1999, Burton 2000, Burchell vd. 1998, Ewing 1997, Walton 2000, Freeman 2001, Knaap 2002, Ewing vd. 2002, Hasse ve Lathrop 2003, Nechyba ve Walsh 2004, Haberl vd. 2004, Kaya vd. 2009).

Kentsel genişleme (*burada kullanılan genişleme kavramı kentin mekân üzerindeki derişik ya da yayılmalı gelişim biçiminin tamamını ifade etmektedir*), çoğunlukla ekonomik ve demografik nedenlerden kaynaklansa da sonuçları itibariyle, sadece kalabalıklaşma maliyeti, kira ve arsa fiyatlarındaki artış, gecekondulaşma (Ulusoy ve Vural 2001), suç oranlarının yükselmesi, kentsel hizmetlerin kent sakinleri arasında homojen dağılmaması gibi (Weber 2006) sosyo-mekânsal ve ekonomi-politik sonuçlar

yaratmamaktadır. Kentsel genişleme aynı zamanda mekânın varlığı olan toprağı dönüştürerek yerel ve bölgesel ölçekte biyolojik çeşitlilik, enerji akışı, biyokimyasal döngüler ve iklimsel koşulları da etkileyerek ekolojik sistemlerin yapısını değiştirmektedir (Sukopp 1990, McDonnell vd. 1997, Breuste vd. 1998, Baker vd. 2001, Luck ve Wu 2002). Bu nedenle, bir kentin genişlemesi yayılma şiddetine, genişleme yönünün ve genişleme süresinin hesaplanmasına, genişlemeyi etkileyen ve aynı zamanda bu genişlemeden etkilenen kültürel, ekonomi politik ve ekolojik süreçlerin net bir şekilde ortaya konulmasına bağlıdır. Bu sürecin ortaya konulması planıcı ve kaynak yöneticiler için sürdürülebilirlik bir yönetim ortaya koyabilmeleri açısından oldukça önemlidir (Knox 1993, Turner vd. 1993, Tanrıöver 2011, Cengiz vd. 2016). Ancak bu hesaplama süreci sosyoloji, coğrafya, ekonomi, siyaset bilimi, antropoloji, şehir planlama, mimarlık, peyzaj planlama ve kentsel tasarımda dahil olmak üzere kente dair kendine özgü epistemolojik birikimlere sahip meslek disiplinlerinde birbirinden farklılaşmaktadır. Daha sarıh bir şekilde ifade edilecek olursa, kültürel, ekonomi politik ve ekolojik süreçlerin kesişiminde olan kent ve kentin değişim sürecine neden olan ve aynı zamanda bu değişime maruz kalan dinamiklerin fiziksel, ekonomik, sosyo kültürel ve ekolojik boyutları her disiplin için farklı anlamlar içermektedir. Bu ayırım sadece farklı meslek disiplinleri arasında değil, aynı zamanda söz konusu disiplinlerin kendi felsefi ve sosyolojik arka planlarında ve bu arka plandan ideolojik olarak beslenen topluluklarda da görülmektedir. Kente dair doğa ve sosyal bilimler alanlarında yüzyıllardır birikerek, farklılaşan bu bilgi, kent çalışmalarında hem zengin bir içerik oluşmasına hem de bu zenginliğin yarattığı karmaşaya neden olmaktadır. Söz konusu karmaşıklığın yarattığı zorlukları minimize ederek kenti anlamayı kolaylaştıracak yapısal modelleme çalışmalarının öncüsü, 1921 yılında yayınlanan Amerikan ve Batı Avrupa kentlerinin değerlendirildiği Weber'in *Şehir* kitabıdır. Bu tarihten önce Marksist literatürde kente dair söylemlere rastlamak mümkün olsa da bu tarihten önceki literatürde kent ana aktör olarak düşünülmemiştir. Bununla birlikte coğrafyacı ve anarşist komünist düşüncenin öncülerinden olan Kropotkin'in 1895 yılında yayınladığı *Ekmeğin Fethi* kitabında Paris için kaynakların nasıl kullanılacağına ilişkin ütöpik bir yapısal model oluşturulmuştur. Ancak Weber'in *Şehir* kitabına kadar söz konusu yayınların tamamında ana sorunsal kent değildir. Bu yayınlarda kent sadece farklı ekonomik aktiviteler ve aktörlerin farklı mekânsal ölçeklerde etkileşiminin

yaşandığı bir sahne olarak ele alınmıştır. 1892 yılında Chicago Üniversitesi'nde sosyoloji ve antropoloji alanlarında çalışmalar yapmak için kurulan Chicago Okulu-Ekoloji Okulu 1930'lu yıllarla birlikte kent sosyolojisi araştırmaları ile kente ve kentin genişlemesine ilişkin ilk yapısal modelleri oluşturmuşlardır. Bu modellerden en bilinenleri McKenzie ve Burgess'ın "*Eş Merkezli Çemberler Kuramı*", Hoyt'un "*Sektörel Gelişim Kuramı*" ve Harris ve Ullman'ın "*Çok Merkezli Gelişim Kuramı*"dır. Bu modellerde kentin genişlemesi farklı geometrik şablonlar kullanılarak açıklanmaya çalışılmıştır. Bu modellere ilişkin ortaya konulan eleştirilere kuramsal temeller bölümünde değinilecek olmasına karşın burada basitçe bu modellerin sadece Amerikan kentlerinin anlaşılmasında kullanılabileceği ve bu modellerin durağan (statik) modeller olduğu söylenebilir (*oysa kent dinamik bir yapıdadır ve onun yapısını ortaya koyacak modellerinde dinamik olması gerekmektedir*). Bu dönemden 1980'li yılların başlangıcına kadar geçen sürede kent ve kentin genişlemesi ilgili çalışmaların pek çoğu kentsel mekânda gerçekleşen sosyo-kültürel, ekonomik ve politik süreçleri açıklamak üzerine kurgulanmıştır. Ancak 80'li yıllar ile birlikte kentli nüfusunun toplam nüfus içerisindeki oranının (ki Asya ve Afrika kıtası dışındaki tüm kıtalarda %65 üzerindedir) giderek artması ve kente yakın doğal ve üretken peyzajların giderek azalması nedeniyle kent çalışmaları, kentin ekosistem süreçleri üzerinde oynadığı role odaklanmıştır. Bu tarihlerde ekosistem süreçleri üzerinde kentin oynadığı rolünün anlaşılmasına yönelik araştırmalar, farklı mekânsal ölçeklerde farklı insan aktivitelerinin etkileşiminin ekosistem süreçlerini nasıl etkilediğinin belirlenmesinde birtakım zorluklar ile karşılaşmıştır (Alberti 2008, Cengiz vd. 2016). Ancak son yıllarda geliştirilen kentsel büyüme modelleri insanın ekosistem üzerindeki etkisini anlamaya ve tahmin etmeye yardımcı olmaktadır.

Kentsel büyümeden kaynaklanan desen değişiminin ekosistem süreçleri ve sosyo-ekonomik süreçler üzerinde gelecekte yaratacağı etkinin tahmin edilmesi, bugünkü arazi kullanım politikalarının gelecekte yaratacağı etkinin önceden test edilerek değerlendirilmesi ve kentsel büyümeyi yönlendirerek ekonomik açıdan uygulanabilir ve ekolojik olarak sürdürülebilir altyapıya yatırım yapma konusunda sürdürülebilir politikalar geliştirilmesi için mekânsal ve zamansal ölçekteki çok parametrelili modeller kullanılmaktadır (Costanza ve Ruth 1998, Cengiz ve Yılmaz 2017). Özellikle son otuz

yıldır Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) tekniklerinde yaşanan gelişmelere paralel olarak, mekânsal planlama literatüründe *izle ve onar* (monitoring and repair) yaklaşımından *tahmin et ve önle* (predicted and prevent) yaklaşımına bir dönüşüm yaşanmış; nedenleri ve sonuçları itibarıyla hem sosyo-ekonomik hem de biyofiziksel süreçlerin etkin olduğu mekânsal modelleme çalışmaları giderek artmaktadır. Ancak kentsel alanlarda insan eliyle oluşturulan kültürel süreçler ile ekosistem dinamikleri arasındaki etkileşimin geribildirimi hâlâ tam olarak anlaşılammıştır (McDonnell ve Pickett 1993, McDonnell vd. 1997, Grimm vd. 2000, Pickett vd. 2001, Alberti vd. 2003, Alberti 2008).

Alberti (2008), kentsel büyüme ve büyümenin neden olduğu desen değişikliği ile ekolojik süreçler arasındaki etkileşimleri tanımlayan modellerin günümüzde yeterli olmadığını ifade ederek kentsel arazi kullanımı ve kaynak tüketiminin daha dengeli kullanılmasına olanak tanıyacak **kentsel gelişim yönetimi stratejilerini** üretebilmek için kentsel ekosistemlerin insan-doğa tabanlı olarak düşünülmesi gerektiğini ve başarılı modellerin de bu süreçleri kapsamaması gerektiğini belirtmektedir. Halihazırda kullanılan kentsel modellerin biyofiziksel etkileri/güçleri dışladığını ve ekolojik modellerin halen ekosistem değişikliğinin temel bileşeni olarak insan etkisi üzerinde durduğunu ifade etmektedir. Bu nedenle kentsel ekolojik süreçleri ve dinamikleri yönlendiren insan ve biyofiziksel etmenlerin karmaşıklığını ve heterojenliğini açıkça gösterebilen modellere ihtiyacımız olduğuna dikkat çekmektedir.

Günümüzde kentsel ekosistemlerin dinamik yapısını açıklamak için “kentsel modeller” ve “peyzaj ekolojisi” modelleri kullanılmaktadır. Kentsel modeller, kentsel sistemlerin dinamikleri üzerinde yoğunlaşmış olmakla birlikte, sistemin işlevleri hakkında ürettiği hipotezler çoğunlukla biçimsel modeller üzerinden test edilmektedir. Bu modeller genellikle konut, istihdam, arazi kullanımı ve taşımacılık gibi belirli alt sistemlere odaklanmakta ve burada sınırlı sayıda unsur sistem dinamiğini etkilemektedir. Bu kapsamda etkinliklerin temsili noktasında mekânsal dağılımına ilişkin oluşturulmuş ilk modeller (Burgess’ın modelleri, Von Thunen model vb. gibi) mekânsal etkileşim ve ekonomik aksiyomların basit mekanizmalarına dayanmaktadır. Günümüzde kentsel modeller daha gelişmiş olmakla birlikte insan faaliyetlerinin çevre üzerinde oluşturduğu



doğrudan etkilerin (hava kirliliği ve gürültü gibi) temsil edilmesinde hâlâ sınırlıdır ve kentsel sistemler ile çevre arasında tek yönlü bağlantılar içermektedir (Alberti 2008).

Peyzaj ekolojisi modelleri; başlangıçta kentsel olmayan çevrelerde tür popülasyonları, topluluklar ve ekosistem dinamiklerinin modellenmesine odaklanmışken, son yıllarda kentsel ekosistemlerin modellenmesine yönelmiştir. Temelde peyzaj ekolojisi modelleri, desenlerin süreçler üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlamaktadır. Konu ile ilgili güncel araştırmalarda, kentsel ekosistemlerde enerji ve maddenin akışının nasıl olduğu ve kentsel alanlardaki ekolojik, fiziksel ve sosyo-ekonomik faktörlerin mekânsal yapısının, ekosistem işlevini nasıl etkilediği sorularına cevap aramaktadır. Başka bir ifadeyle, peyzaj ekolojisi modelleri, peyzaj deseninin (leke, kompozisyon gibi) ve ekolojik süreçlerin (organizma ve madde akışı gibi) birbirleri üzerindeki karşılıklı etkileri incelemek için ilk tutarlı modelleme yaklaşımlarını içermektedir (Alberti 2008, McGarigal 2005, Turner vd. 2001, Mladenoff vd. 1999).

Kentsel modeller, kentsel gelişmenin neden olduğu arazi örtüsü değişimine ve onun gelecekte nasıl değişeceğine odaklanırken, peyzaj ekolojisi modelleri, arazi örtüsü değişiminin neden olduğu desen değişiminin, peyzaj süreçleri üzerindeki etkilerine odaklanmaktadır. Bu noktada, iki sınıf altında kategorize edilen modelleme perspektifleri birbirlerini bağlayan sonuçlar üretmektedir. ***Daha net bir ifadeyle, kentsel modeller, desenin nasıl değişeceği, peyzaj ekolojisi modelleri ise desendeki değişimin süreci nasıl etkileyeceği*** hakkında bilgi vermektedir. Kentsel ekosistemlerin kapsamlı bir şekilde anlaşılabilmesi ve bu alanlarda sürdürülebilir arazi kullanım stratejilerinin geliştirilebilmesi için kentsel modellerin ve peyzaj ekolojisi modellerinin peyzaj deseni ve peyzaj süreci temelinde entegrasyonunun gerekliliğinden hareketle **bu doktora tez çalışmasının amacı**, Ankara Kenti ve yakın çevresinde (Nazım İmar Planı sınırı) kentsel arazi kullanım değişiminin mevcut eğilimi modellemek (tahmin modelleme) ve bu değişimin peyzajın ekolojik sürecine etkisini belirlemektir. Ayrıca çalışmada peyzaj desen değişimi bağlamında ortaya çıkan kentsel desen değişimi sosyo ekonomik ve ekolojik süreçler ile birlikte ele alınarak Ankara kentinin dinamik yapısı (desen değişimindeki itici güçler) açıklanacaktır. Araştırmada belirlenen amaca ulaşmak için belirlenen hedefler şu şekildedir;

**Hedef 1:** Peyzaj desen değişiminin çok zamanlı olarak belirlenmesi (1984-2001-2018)

**Hedef 2:** Peyzaj desen değişiminin peyzaj metrikleri kullanılarak ölçülmesi

**Hedef 3:** Kentsel desen değişiminin kentsel metrikleri kullanılarak ölçülmesi

**Hedef 4:** Kentsel desen değişimin peyzaj süreçleri üzerindeki etkisinin ölçülmesi

**Hedef 5:** Kentsel desen modellenmesi (kontrol model-2018, tahmin model-2035)

**Hedef 6:** Kentsel desen değişimine etki eden büyüme dinamiklerinin hesaplanması

**Hedef 7:** Markov tabanlı kentsel büyüme modelinin oluşturulması (2020-2038)

### **1.1 Araştırmanın Kapsamı**

Araştırmanın kapsamı, bir önceki bölümde belirtilen hedefler doğrultusunda farklı düzey ve detaylarda araştırmanın ortaya koyacağı bulgular arasında geçişkenlik sağlayacak şekilde belirlenmiştir. Araştırmanın kapsamını, Ankara Nazım İmar Planı (NİP) sınırını içine 13.498 Km<sup>2</sup>'lik alan içerisinde 34 yıllık periyotta (1984-2001-2018) peyzaj desen değişiminin ölçülmesi, kentsel desen değişiminin ölçülmesi, bu değişimlerin kentsel ekosistemler üzerindeki etkisinin belirlenmesi ve değişimin modellenmesi aşamalarını kapsamaktadır. Araştırmada kapsamı belirleyen zamansal-mekânsal veri setleri ve model olmak üzere iki tip sınırlayıcı bulunmaktadır.

**Zamansal-mekânsal veri setleri;** Çalışmada farklı düzey ve detaylarda üretilen bulgular için kullanılacak temel birim raster hücre birimi 30x30 metre, çalışmanın hedef bulguları için belirlenen zaman aralığı (1984-2001-2018) 34 yıldır. Araştırmada model içerisinde kullanılacak değişkenlerdeki en eski tarihin 1984 olarak belirlenmesinin nedeni Landsat 5 TM uydu görüntülerinin bu tarihten öncesinde bulunmamasıdır. Landsat 1 MMS uydusu veya hava fotoğraflarından daha eski tarihli görüntülere ulaşılmasına rağmen, mekânsal ve radyometrik çözünürlük ve bant sayısı farklılıkları gibi nedenler ile 1984 yılı başlangıç zaman olarak belirlenmiştir. Modelde kullanılmakla birlikte Ankara'da kentleşme sürecinin anlaşılması için bu tarihten önceki yazılı, görsel ve istatistiksel materyal incelenerek kuramsal temeller ve sonuç bölümünde tartışılmıştır. Araştırmada zamansal veri setlerinde karşılaşılan bir diğer zorluk yıllar içerisinde araştırma alanındaki idari sınırlarda yaşanan değişimdir. Birkaç örnekle bu durum ifade edecek olursak, 1989 yılında Kırıkkale'nin il olması,

Keçiören'inin 1984 ilçe olması, 2008 yılında Pursaklar'ın ilçe olması ve ilçe altı birimlerde yaşanan değişimler, araştırma alanına ilişkin sosyo-ekonomik ve demografik nitelikli istatistiki verilerin model içerisinde mekânsal interpolasyon yöntemleri (yöntem bölümünde detaylandırılmıştır) yeniden hesaplanarak kullanılması gibi birtakım sınırlayıcılar araştırmanın kapsamını belirlemiştir.

Araştırma kapsamında kullanılan tüm veriler, ya uydu görüntüleri gibi (işlenmemiş verilerin) işlenmesi sonucunda, ya da ilçe düzeyinde TÜİK tarafından yayınlanmış işlenmemiş istatistiki verilerin geo-istatistik yöntemler aracılığıyla yeniden üretilmesi sonucunda elde edilmiştir. Model ve analizlerde kullanılan verilerin hemen hepsi çalışmaya özgü üretilmiş veri setleridir.

Araştırma kapsamındaki ikinci sınırlayıcı model-yöntem sınırlamasıdır. Araştırma kapsamında ham verilerin işlenmesinde ve üretilen verilerin analizlerinde bir bölümü çalışmaya özgü olarak üretilmiş, sınıflandırma indeksleri, kentsel desen ölçüm metrikleri ve modelleme tekniğinden yararlanılmıştır.

Model sınırlayıcısı; arazi kullanımı/Arazi örtüsü (AK/AÖ) değişiminin itici gücü olan kentsel genişlemenin anlaşılması ve kentsel ekosistemlerin sürdürülebilirliği için anahtar veriler üreten bir takım kentsel büyüme modelleri oluşturulmuştur. Bu modeller, farklı ölçeklerdeki mekân ve zamanda, biyofiziksel ve insan aktivitelerinin etkileşimi sonucu ortaya çıkan çok parametrelili karmaşık süreçleri anlamak için değerli çıktılar üretmektedir (Costanza ve Ruth 1998). Geçmişte, kentsel büyümenin mekânsal süreçlerini modellemek için, Markov Chain (Markov Zinciri) ve Mekânsal Lojistik Regresyon gibi stokastik süreçlerden yararlanılmıştır. Günümüzde ise mekânsal süreçlerin net bir şekilde ortaya konulması için stokastik süreçler ile Hücresel Otomasyon (HO) modelleri entegre edilerek kullanılmaya başlanmış ve bu alandaki çalışmalar giderek artmıştır (Batty vd. 1997, Wu ve Webster 1998, Cengiz ve Yılmaz 2016). Günümüzde, Hücresel otomasyon modelini kullanan SLEUTH, GEOMOD gibi gelecek arazi kullanımı/örtüsünü simüle etmeyi ve tahmin etmeyi amaçlayan çeşitli modeller ve yaklaşımlar hâlihazıra mevcuttur. Ancak bu süreci ortaya koymaya çalışan

bahsi geçen yazılımlar ve modeller yol, eğim arazi kullanımı/örtüsü vb. gibi biyofiziksel veri setlerini kullanarak ve sınırlı sayıda değişken kullanımına izin vererek, sadece ekonomik ve demografik hareketliliğin kentsel büyüme ile dengede olduğu gelişmiş ülkelerde arazi kullanım değişimine ilişkin sağlıklı model ve simülasyonlar sonuçları üretmektedir (Cengiz vd. 2016). Oysa Türkiye gibi arazi örtüsü değişiminde biyofiziksel süreçler kadar sosyo ekonomik ve demografik süreçlerinde etkili olduğu ülkelerde bu model ve yazılımlar sınırlı yapısı ve sosyo ekonomik süreçleri kapsamaması gibi nedenler ile başarılı sonuçlar üretmemektedir (Cengiz ve Yılmaz 2016). Bu eksiklikten hareketle bu tez çalışmasında, Ankara için gelecekteki kentsel arazi kullanım/örtüsü durumunu tahmin etmek, mevcut plan kararlarının sonuçlarını görmek ve peyzaj ekolojisi perspektifinden stratejiler geliştirmek için, değişken sınırlaması olmayan, değişkenlerin bağımlı değişkeni etkileme durumuna göre test eden ve Yapay Sinir Ağları (YSA) teknolojileri ile optimize edilmiş, stokastik (rastlantısal) süreçleri ve Hücresel Otomasyon (özdevinim) süreçlerini entegre eden hibrit bir model kullanılmıştır.

## **1.2 Araştırma Sorusu ve Hipotezi**

Kentsel sistemlerin dinamik yapısını açıklama iddiasında olan çalışmaların pek çoğunda, kentin biyofiziksel ve insani süreçler tarafından şekillenen ve aynı zamanda bu süreçleri şekillendirerek yeniden üreten karmaşık doğasının anlaşılmasının pek çok parametrenin geniş bir çeşitlilikte ve farklı ölçeklerde etkileşmesi nedeniyle zor ancak bu sistemin ekolojik, ekonomik ve toplumsal parametreleri etkileme durumu nedeniyle zorunlu bir süreç olduğundan bahsedilmektedir.

Araştırma kapsamında küresel bir fenomen olan kentsel sistemin dinamik yapısının neden olduğu desen süreç etkileşimi ekolojik, ekonomik ve toplumsal parametreler üzerinden Ankara kenti özelinde modellenmektedir. Bu kapsamda çalışmada Markov Chain (Zinciri) ve Lojistik regresyon gibi stokastik (rastlantısal) süreçler ve Yapay Sinir Ağları ve Hücresel Otomasyon modellerini entegre olarak kullanan hibrit bir model ortaya konmaktadır. Peyzaj deseni ve peyzaj sürecinin zamansal değişiminin

belirlenmesi ve desen-süreç etkileşiminin peyzaj metrikleri ile ölçülmesi aracılığıyla gelecekte desen değişiminin ekolojik süreçler peyzaj ekolojisi perspektifi ile değerlendirilmekte ve öneriler geliştirilmektedir. Çok zamanlı peyzaj desen değişimi simülasyonları, planlama aktörlerinin kültürel ve ekolojik sistemlerin lehine karar almasına katkı sağlamakta ve kentsel-kırsal alanların etkileşiminin bütüncül planlanmasına ve olanak vermektedir.

Araştırmanın, ortaya koyduğu model ve dayandığı varsayımlar aşağıda belirtilmiştir:

- Kentler, uzam üzerinde genişleyerek, uzam üzerindeki ekolojik yapıyı ve kendi dışındaki kültürel yapıyı dönüştürmektedirler. Bu dönüşüm doğal ve kültürel peyzajlar üzerinde baskı oluşturarak habitat parçalanmasına, doğal peyzajların kaybına, tarımsal peyzajların dönüşmesine, kent bölgeleri arasında eşitsizliğe, işsizliğe vb. sorunlara neden olmaktadır. Kentsel yayılmanın neden olduğu desen değişiminin modellenmesi, bu sorunlar gerçekleşmeden çözüm önerileri ve stratejiler geliştirilmesini sağlama olanağı yaratmaktadır.
- Kentler, mekân, zaman ve insan tarafından şekillenen ve mekânı, zamanı ve insanı tekrar üreten sistemlerdir. Bu durumda her kentin kendine özgü, mekânsal konumu, zamansal birikimi ve insan topluluklarının kültürel yapısı, her kentin kendine özgü sistemler geliştirmesine neden olarak, bu sistemlerin genel geçer modeller ile açıklanmasını olanaksız kılmaktadır. Bu nedenle araştırma kapsamında geliştirilen model, Ankara Kenti'ne özgü bir modeldir. Ancak kullanılan teknik ve yaklaşım başka kentler için de modelleme altyapısı oluşturmaktadır.

Araştırma kapsamında iki başlık altında toplanan hipotezler test edilmektedir:

a- Kentsel büyüme tipleri ile sosyo-ekonomik desen ve peyzaj deseni ilişkisine yönelik geliştirilen hipotezler şunlardır:

- Kentsel saçaklanma ile toplumsal tabakalaşma arasında pozitif bir ilişki vardır.
- Derişik büyümenin (Ana kentsel çekirdek-İkincil kentsel çekirdek) yaşandığı bölgelerde ekonomik aktivite tarım sektörü aleyhine değiştirmektedir.
- Dağınık büyüme biçimi peyzaj desenindeki parçalılığı artırmaktadır

b- Kentsel büyüme modeli ile sosyo-ekonomik, mekânsal ve biyofiziksel parametreler ve peyzaj deseni ilişkisine yönelik geliştirilen hipotezler şunlardır:

- Kentsel büyümenin modellenmesinde, sosyo-ekonomik parametrelerin modelde kullanılması model başarısını pozitif olarak etkilemektedir.
- Kentsel büyümenin modellenmesinde, peyzaj desenindeki değişimin girdi veri olarak kullanılması, model başarısını pozitif yönde etkilemektedir.



## 2. KURAMSAL TEMELLER VE KAYNAK ÖZETLERİ

### 2.1 Kentleşme ve Kentsel Büyüme Etkileşimi

Kentleşme, çeşitli boyutlardaki insan toplulukları ve sosyal davranışlar arasındaki ilişkilerin değişimine neden olan mekânsal ve sosyal bir süreçtir (Dadras vd. 2015, Lal vd. 2017). Alberti'ye (2008) göre kentleşme yüzlerce ve binlerce bireysel arazi sınıflarının ve onların çevresiyle olan etkileşiminin arazi kullanım kararlarının sonucunda oluşan bir süreçtir. Luck ve Wu'ya (2002) göre kentleşme geri dönülemez arazi dönüşümünün en çarpıcı biçimidir ve kent çeperindeki insanları ve peyzajları etkilemektedir (Aquilera vd. 2011). Dadras'a (2015) göre kentleşme toplumun sosyal davranışlarında değişime neden olan mekansal-sosyal süreçtir. Kentleşme, tarım arazilerinin kaybedilmesine, biyoçeşitliliği destekleyen habitatın parçalanmasına, karbon tutum miktarının azalmasına neden olmaktadır. Luck ve Wu'ya göre ise (2002) eski haline dönmesi mümkün olmayacak şekilde arazi dönüşümünün en çarpıcı şeklidir hem peyzajları hem de kentlerde ve kent çeperinde yaşayan insanları etkilemektedir (Lal vd. 2017).

Kentleşme ekolojik fonksiyonlarda önemli değişimlere neden olmaktadır. Çünkü kent genişledikçe ve peyzajdaki kentsel alan oranı arttıkça mekânsal ve zamansal olarak çeşitli ölçeklerde iklim değişikliği, biyolojik çeşitlilik ve habitat kaybı oluşmaktadır (Wessels vd. 2003, McKinney, 2008). Arazi kullanımı/arazi örtüsü (LULC: Land Use Land Cover) değişiklikleri genellikle gelişigüzel kentsel büyüme, kirliliğin artması, yeraltısuyu seviyelerinin tükenmesi (Kumar ve Pandey 2015) neden olmaktadır. Plansız arazi kullanımlarının sonucu olan kentsel büyüme özellikle kentsel, tarımsal ve orman arazilerinin kötü yönetiminden kaynaklanmaktadır (Pandey ve Kumar 2015, Seto vd. 2002, Agapiou vd. 2015). Kentsel büyümenin çevresel sonuçları üzerine kaygılar artmasına rağmen arsa sahiplerinin ve kent politikalarının kentleşme sürecini nasıl etkilediği ile ilgili çalışmalar sınırlı kalmaktadır. Diğer bir deyişle kentleşmeyi etkileyen en önemli faktör kendi başına çiftlik alanlarını ve orman alanlarını satma ya da geliştirme kararı alan bireylerin kararlarıdır. Bu nedenle kentleşme, yüzlerce veya binlerce toprak sahibinin arazi kullanımı kararlarından ve bunların çevreleriyle olan

etkileşimlerinden kaynaklanan yeni bir süreçtir (Alberti 2010, Verburg vd. 2015, Smith vd. 2017).

Kentsel büyüme, küresel öneme sahip bir çevre sorunu haline gelmiştir. Kentleşmiş arazi, dünya yüzeyinin %1 ile %2'sini kaplamasına rağmen kentleşmenin biyoçeşitlilik, ekosistem döngüsü ve çevresel kalite üzerine derin ve yaygın bir etkisi bulunmaktadır (Breuste vd. 1998, Pickett vd. 2001). Kentsel büyüme ve doğal habitatların parçalanması gibi sorunlar nedeniyle yerel iklim koşulları değişmektedir. Değişen iklim koşullarının yanı sıra antropojenik kirleticilerin atması kent ekosistemini, kültürel olarak gelişen peyzajın mekânsal desenini (tarımsal peyzajlar) ve ekolojik süreçleri etkilemektedir (Turner 1989, Wu ve Loucks 1995).

Dünyanın tamamında etkili olan hızlı kentsel büyüme hem doğal sistemlerin verimliliğini hem de insan popülasyonlarının sağlığını etkilemektedir. Günümüzde dünya nüfusunun %54'ü (3,9 milyar kişi) kentsel alanlarda yaşamaktadır (Birleşmiş Milletler 2015). Nüfus projeksiyonlarına göre kentsel alan 2030 yılında 2000 yılındaki kentsel nüfusun üç katına ulaşmaktadır (Smith vd. 2017). Tahminlere göre, 2050 yılında kentsel alanda yaşayacak nüfus 6,3 milyar kişiye ulaşacaktır. Artacak kentsel nüfusun yaklaşık %90'ı geliştirmekte olan dünya şehirlerinde olacağı tahmin edilmektedir (Birleşmiş Milletler 2015).

Kentleşme, hızlı nüfus artışı, arazi kullanım kararlarının rasyonel olmaması gibi faktörlerin etkisi ile oluşan planlanmamış kentsel büyüme biçimi kentsel yayılma olarak tanımlanmaktadır. Kentsel yayılma genellikle çevresel ve sosyal boyutlar üzerindeki negatif etkiyi karakterize eden düşük yoğunluklu dağılım olarak ifade edilmektedir (Muniz vd. 2008, Poelmans ve VanRompae 2009). Dünyanın pek çok ülkesinde kentsel büyüme, geniş alanlarda düşük yoğunluklu olarak dağınık biçimde gelişen yerleşim tipini karakterize eden "kentsel yayılma" biçiminde olmaktadır. Bu büyüme modelinin dünyada standart hale gelmesi ulusal ve bölgesel bir felaket olarak tanımlanmaktadır (Angel vd. 2012, Paleari 2017, Romano vd. 2017).



### 2.1.1 Kentsel yayılmanın nedenleri ve sonuçları

Kentleşme ve kentsel büyümenin yeni bir biçimi olan kentsel yayılma kenar kentsel büyüme (urban growth) sürecidir ve bu süreç hızlı büyüyen kentlerden bazılarının genişleme karakteristiğidir. Kentsel yayılmayı açıklayan bazı ifadeler şunlardır (Eric ve Peiser 1992, Ewing 1997):

- Kentin çeperlerinde oluşan kentsel yayılma öncelikle kentsel olmayan alanlarda gelişir.
- Kentsel yayılma genellikle kalkınmada/gelişmede düşük yoğunluklu olarak karakterize edilmektedir.
- Kentsel yayılma gelişmenin kademeli bir biçimidir. Yayılma kentsel desende dağınık ve parçalı oluşmaktadır.
- Kentsel yayılma alan kullanımının heterojenliği ile karakterize edilebilir.
- Kentsel yayılma plan rejiminin (planlama aşamalarının aksaması ya da plan yetersizliği durumunda) kaybolması durumunda var olmaktadır.

Kentin mekânsal büyümesi ilk kez 1987 yılında ciddi bir problem olarak Brundtland Raporu'nda ele alınmıştır. Raporda, kentlerin kontrol edilemeyen fiziksel genişlemesinin kentsel çevre ve ekonomi üzerinde ciddi sorunlar yarattığı ve kontrol edilemeyen bu gelişmelerin konut edinme, yol ve su kaynakları gibi kamu hizmetlerine ulaşmayı pahalı hale getirdiği ve kentlerin tarımsal alanlar gibi daha üretken peyzajlar üzerinde gelişerek, tarımsal alan kayıplarına yol açtığı üzerinde durulmuştur (World Commission on Environment and Development 1987). Rapordan üç yıl sonra Avrupa Komisyonu Kentsel Çevre Yeşil Bildirisi (Green Paper on the Urban Environment) sonuç raporunda, kentsel alanlarda katı bölgeleme politikaları ile alan kullanımları ayrıştırılmasının kentsel yayılmayı artırdığı ve katı bölgeleme politikaları yerine karma kullanımın olması gerektiği bildirilmiştir. Birleşmiş Milletler tarafından Gündem 21 ve 1999 yılında Avrupa Mekânsal Gelişme Perspektifi'nde (European Commission 1999) kontrol edilemeyen yayılmanın sonucunda özel ulaşımın arttığı, alt yapı ve hizmetlerin daha pahalı hale geldiği ve kentsel alan çevresindeki kırsal alanların kalitesinin düştüğü

açıkça ifade edilmiştir. Avrupa Çevre Ajansı (European Environment Agency) ve Avrupa Komisyonu (European Commission) 2006 yılında yayınladıkları ortak bildiri kentsel yayılmanın temel nedenlerini şu şekilde sıralamışlardır (AÇA 2006, Görmüş vd. 2016);

- Makro-ekonomik nedenler (ekonomik büyüme, küreselleşme),
- Mikro-ekonomik nedenler (yaşam standardında yükselme, arazi fiyatları ve ucuz tarım arazileri varlığı),
- Demografik nedenler (nüfus artışı, hane halkı sayısındaki artış ve göç),
- Konut tercihleri (kişi başına daha fazla alan ve konut beğenisi),
- Kent merkezi sorunları (hava kalitesinde kötüleşme, gürültü, güvensiz çevre, sosyal problemler ve sosyal donatı eksikliği),
- Ulaşım olanakları (özel araç sahipliliğindeki artış ve toplu taşımın yetersizliği).

Kentsel yayılmanın nedenleri ve yarattığı sonuçlara ilişkin Sudhira ve Nagendra (2013)'den geliştirilen kentsel yayılma kavramsal şemasında (Şekil 2.1) (+) işareti faktörlerin tek yönlü artışını, (++) işareti faktörlerdeki artışların birlerini etkileyen bir döngüye sahip olduğunu ve (-) işareti faktörlerin gelişmesinde negatif etkinin olduğunu ifade etmektedir. Bu şemada kentsel yayılmayı etkileyen ve kentsel yayılmadan etkilenen makro ve mikro ekonomik etkenler, demografik hareketlilik, arazi kullanım politikaları ve ekolojik süreç etkileşimi açıklanmaktadır. Buna göre nüfus artışı konut sektöründe baskı yaratarak yeni yerleşim biçiminin oluşmasına ve dolayısıyla kentsel yayılmaya neden olmaktadır. Kentsel yayılma ekonomik hareketliliğin artmasına neden olurken ekonomik hareketliliğin artması ile birlikte merkezi bölgelerde yaşanan yoğunluk ve pahalılık üst gelir grubunu daha sakin alanlara, alt gelir grubunu ise daha maliyetsiz alanlara yönlendirmektedir ve bu yer değiştirme isteği peyzaj deseninin değişimine yol açtığı için bu alanlarda kentsel yayılmanın artmasına ve neden olmaktadır. Emsal oranlarının artması ile yerleşim alanlarında oluşan yoğunluk yeni yerleşim alanlarına eğilimi hızlandırmaktadır. Bu eğilim nedeniyle sırasıyla arazi örtüsünün değişimi, peyzaj desen değişim, kirlilik kaynaklarının oluşması gibi durumlar oluşmaktadır.



(2001) bu sınıflamada uzaklık, nüfus oranları, alansal büyüklük ve merkezi iş alanları değişkenlerini dikkate almıştır.

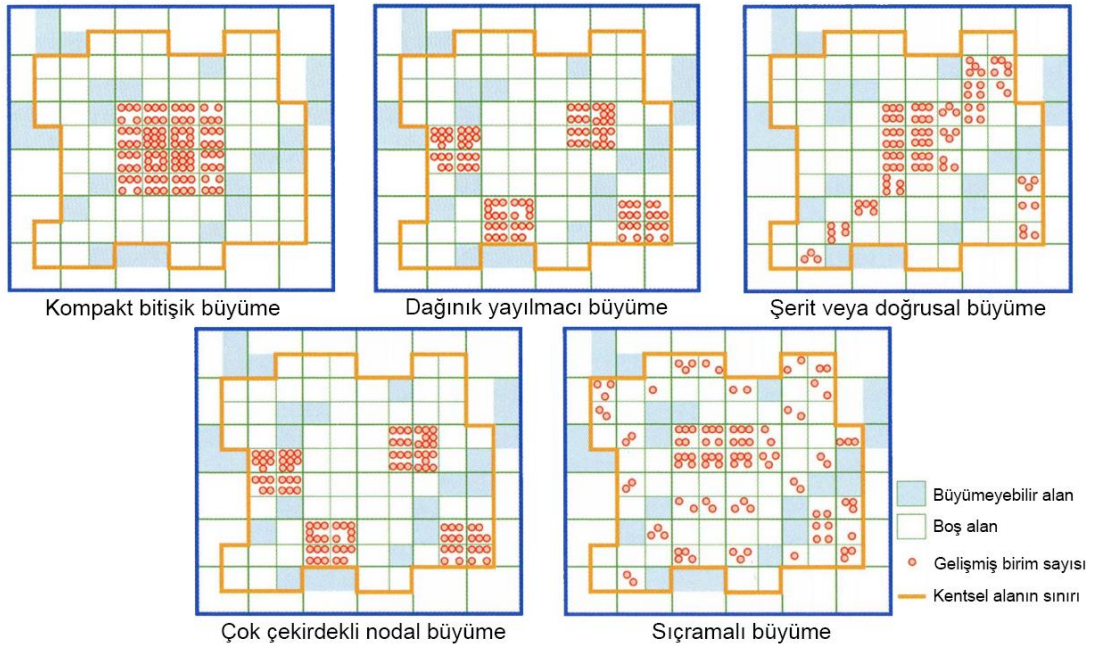
Çizelge 2.1 Kentsel yayılma karakteristikleri (Galster vd. 2001, Weijers 2012)

Yoğunluk	Yayılan alanın toplam nüfusunun toplam yayılma alana oranı
Süreklilik	Kentsel sınırlara doğru yayılma alanının kırılmamış yerleşim alanının derecesi. Kentler yüksek yoğunlukta, kentsel büyüme ile kesintisiz genişleyebilir. Kentler düşük yoğunlukta, kentsel yayılma ile süreklilik gösterecek şekilde genişleyebilirler. Süreksizliği kentsel yayılmanın tipik bir özelliği olarak kabul edilmektedir.
Yığılma	Gelişmenin yayılma içinde eşit olmaması ve belirli yerlerde –birkaç kilometrekare içinde yığılma derecesidir. Yüksek yığılma, kentsel yayılmanın birkaç çekirdekte yoğunlaştığını ve kilometrekareye düşen nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu anlamına gelmektedir. Düşük yığılma, dağınık bir dağılıma ve kilometrekareye düşen nüfus yoğunluğunun düşük olması anlamına gelmektedir.
Kümelenme	Yoğunluktan ve yoğunlaşmadan farklı olarak kümelenme alandaki gelişme desenlerine odaklanmaz. Kümelenme kilometrekare başına yayılmayı en düşük düzeyde tutma derecesidir.
Merkezileşme	Merkezi iş alanlarına (MİA) ve kent merkezine göre kentsel yayılmanın derecesidir. MİA dan ve kent merkezinden uzaktaki kentsel lekeler daha düşük bir merkezliğe sahiptir.
Çekirdek olma	Tek çekirdekli bir yapı, yoğun gelişmenin ana etkeni olan MİA ya sahip kentsel alanlardır. Kent kenarındaki uydu kentler büyürse MİA'nın fonksiyonunu üstlenebilirler. Bu durumda, çok çekirdeklik olarak bilinen MİA artık yoğun bir gelişme alanını oluşturmaz. Çekirdekleşme yoğunluk ile yakından ilişkilidir.
Yakınlık	Kentleşmiş bir alanda farklı alan kullanımlarının birbirine yakınlık derecesidir. Yakınlık farklı alan kullanımlarının birbirine mesafesini belirtmektedir. Örneğin insanların evden işe ya da rekreasyon alanına gitmek için yaptıkları seyahat süresi artması (düşük yakınlık) yayılmanın fazla olduğunu göstermektedir.

Weijers'e (2012) göre kentsel yayılmada birincil amaç büyüme olduğu için tarımsal ve doğal alanlar yok olmaktadır. Bu nedenle yayılma tiplerinin sınıflandırılması gerekmektedir. Kuzey Amerika ve Avrupa tespit edilen yayılma tipleri arasında farklılıklar bulunmaktadır. Kuzey Amerika'da yayılma bitişik değildir; Avrupa'da yoğunluk daha yüksektir ancak kentsel yayılma formu bölgeye eşit dağıldığı için yerleşimler arasında kalan açık alan oranı yüksektir (Batty vd. 2003). Galster vd. (2001) yayılma derecesi kapsamında kentsel yayılma tiplerini beş sınıfta (Şekil 2.2) incelemiştir.

- **Kompakt bitişik büyüme:** Yayılma, kentsel alanın etrafında lekeler oluşturmadan ve yüksek yoğunlukta oluşur.

- **Şerit veya doğrusal büyüme:** Altyapı aksları ve nehirleri izleyen kentsel genişleme tipidir. Bu yayılma tipi sürekli ve dağınık olduğu için tarımsal ve doğal açık arazilerin üzerinde kısmen gelişir.
- **Çok çekirdekli nodal büyüme:** Birkaç küçük yerleşim alanının birikmesidir. Yayılma süreksiz olup yayıldığı kentsel yerleşimden fiziksel olarak ayrılmış ve eski yerleşim yerinden çok daha düşük yoğunluktadır. Birbirinden uzak yerleşimlerin toplulaştırılması olarak ifade edilebilir (Batty vd. 2003).
- **Dağınık yayılmacı büyüme:** Tarihi merkez çekirdeğinden uzak, organize ve koordine edilmiş aralarında açık alanların olduğu süreksiz gelişmedir.
- **Sıçramalı büyüme:** Mevcut engeller ya da eşikler üzerinden sıçrayan bir gelişme tipidir (Batty vd. 2003, Besussi vd. 2010).



Şekil 2.2 Kentsel yayılmanın fiziksel formları (Galster vd. 2001, Batty vd. 2003)

Munroe vd. (2005), “Land Use Policy and Landscape Fragmentation in An Urbanizing Region: Assessing The Impact of Zoning”, adlı çalışmalarında; Bloomington-Indiana yakınlarında kentsel ve kent çeperinde gelişmelerin tarım ve orman alanları yönüne artışını alan kullanım politikaları ve peyzaj bozulması açısından incelemişlerdir ve peyzaj bozulmasının özellikle orman ekosistemleri üzerindeki olumsuz etkilerini

saptamışlardır. Peyzaj bozulması ile istatistiksel anlamda çeşitli sosyo-ekonomik, biyofiziksel ve mekânsal değişkenleri bireysel ve özel arazilerin kullanımı ve örtüleri ile ilişkilendirmişler ve küçük parsellerle dolu yerleşimlerde arazi örtüsünde farklılaşmanın yoğunlaştığı bulgusunu elde etmişlerdir.

Lv vd. (2012), “Evaluation of Urban Sprawl and Urban Landscape Pattern in A Rapidly Developing Region” adlı çalışmasında kentsel yayılmanın üç tipte geliştiğini belirlemiştir (Görmüş vd. 2016):

- ***Kenar yoğunluklu yayılma:*** Kentsel alan çeperlerinde oluşur. Mevcut kentsel lekelerin kenarlarında yeni lekelerin oluşma durumudur.
- ***Boşluk doldurmalı yayılma:*** Mevcut yapılı çevre içinde meydana gelmektedir. Kentsel alan içinde kalan yapılı olmayan alanların kentsel alana dönüşümünü ifade etmektedir.
- ***Kent sınırı dışında/Dış yayılma:*** Mevcut kentsel lekelerle doğrudan mekânsal bir bağlantı olmadan yeni yapılan kentsel lekeleri ifade etmektedir.

## 2.2 Kentsel Dinamiklerin modellenmesi

Günümüzde kentsel büyüme bütün üçüncü dünya ülkelerinde benzer yapıda seyretmektedir. Afrika’da, Asya’da ve Latin Amerika’da 20. yüzyılı karakterize eden yoğun nüfus artışı, eşsiz bir kentsel yayılmaya dönüşmüştür (Brockhoff 2000). Özellikle gelişmekte olan ülkelerde hızlı kentleşmenin bir sonucu olan karmaşık kentsel yayılma örüntüleri ve süreçlerinin bilimsel olarak anlaşılması ve bu sorunu yönlendirebilecek bilimsel ve teknik bilginin üretilmesi sürdürülebilir arazi yönetimi ve kentsel planlama için önemlidir.

Kentsel planlama alanını ilgilendiren önemli konulardan biri, arazi değişim eğilimlerinin tahmin edilmesidir (Osaragi ve Kurisaki 2000). Ancak, arazi değişim eğilimlerinin bilimsel bir anlayış olmadan tahmin edilmesi çok sayıda bilinmeyen faktör içermesi nedeniyle belirli ölçüde belirsizliğe neden olmaktadır. Bu durum, imar planlamasında (kentsel gelişimin planlanmasında) ve yönetilmesinde, riskli kararlar

verilmesine neden olmaktadır. Kentsel büyümenin anlaşılması ve çok faktörlü süreçleri içeren karmaşık ilişkileri analiz edilmesi için modelleme çalışmalarına ihtiyaç duyulmaktadır.

Modelleme fikrinin bilimsel çalışmalarda kullanımı yeni değildir; modelleme insanların gerçek dünyayı basitçe kavrama istemiyle oluşmuştur. Gerçek dünyadaki tüm sistemler oldukça karmaşıktır. Gerçek olayları kendi bütünlüğü içinde anlamak çok zor olduğundan doğal dünyayı keşfetmek için, insanların gerçek olayları sadeleştirmeleri gerekmektedir. Modellerin oluşturulmasında temel neden budur. Kentsel coğrafyada 20. yüzyılın başlarından ortalarına kadar modeller yaygın olarak kullanılmıştır. Bu dönemde geliştirilen modeller, kentsel büyüme sürecini anlamak ve kentin yapısını tanımlamak için kullanılmıştır (Candau 2002).

Kentsel ekonomik faktörler ve sosyal güçler, kentin mekânsal yapısının şekillenmesine yardımcı olmaktadır. Kentler ticaret ve yaşam alanı olarak görevlerini icra etmek için mekânsal olarak organize edilmişlerdir. Kentlerin bu durumlarını açıklamak için birtakım modeller geliştirilmiştir. Geliştirilen kentsel modeller ekonomi, demografi ve sosyal yapı gibi parametreleri kullanarak kentin şimdiki zamandaki formunu/morfolojisini açıkladıkları için statik (durağan) modeller olarak tanımlanmıştır (Luck ve Wu 2002).

Alberti (2008) kentsel gelişme ile ekoloji arasındaki etkileşimleri tanımlayan modellerin günümüzde yeterli olmadığını kentsel arazi kullanımı ve kaynak tüketimini daha dengeli kullanılmasına olanak tanıyacak kentsel gelişim yönetimi stratejileri için kentsel ekosistemlerin insan-doğa tabanlı olarak düşünülmesi gerektiğini belirtmektedir. Mevcut kentsel modellerin biyofiziksel etkileri/güçleri dışladığını ve ekolojik modellerin hala ekosistem değişikliğinin temel bileşeni olarak insan etkisi üzerinde durduğunu ifade etmektedir. Bu nedenle kentsel ekolojik süreçleri ve dinamikleri yönlendiren insan ve biyofiziksel etmenlerin karmaşıklığını ve heterojenliğini açıkça gösterebilen modellere ihtiyacımız olduğunu vurgulamaktadır.

Alberti kentsel ekosistemin dinamizmini açıklayan modelleri kentsel modeller ve peyzaj ekolojisi modelleri olmak üzere iki sınıfta gruplamaktadır.

### 2.2.1 Kentsel modeller

Kentler, karmaşık uzamsal ve zamansal dinamikler ile insan aktiviteleri tarafından şekillenen sistemlerdir. Böyle bir sistemin modellenmesi, çeşitli bilimsel kavram ve kuramlara bağlı olmak zorundadır (Hu 2004). Bu kavram ve kuramlar, kentsel ekonomi, kent morfolojisi modelleri, zamansal ve ölçeksel dinamikler ve karmaşık sistemlerin mekân zaman sistemi kuramları üzerine, bazı felsefi, coğrafi ve metodolojik düşünceleri içermek zorundadır.

***Kentsel sistemlerdeki değişimi algılama ve modelleme;*** Yukarıda aktarılan büyüme kuramları ve kentsel yayılma modellerinin aksine sistemdeki değişimin algılanması, modellenmesi sistemi oluşturan, mekân, zaman ve insan olgusunun birlikte ele alınması ile mümkündür. Mekân, zaman ve insanoğlu, insan varoluşunun üç düzenleyici boyuttur. Mekân, sadece sosyal bir üretim değil aynı zamanda bir geri besleme mekanizması ile sosyal ilişkileri şekillendiren bir organizasyondur. Bir kentsel arazi kullanım modeli oluşturmak için, kentsel mekân desenlerini şekillendiren sosyal faktörler dikkate alınmalıdır. Marksizm, mekân ve çevre ile toplum ve ekonomi arasında bir bağ kurar. Marks'a ait, doğanın ve mekânın sosyal üretimi kavramı, fiziki coğrafya ile beşerî coğrafya arasında bir ilişki kurar (Soja 1989 Hu, 2004). Bu iki coğrafya, mekân ve zaman kavramları ile bağlantılıdır. Mekânsal ögeler, hem beşeri hem de fiziki coğrafyada mevcuttur. Her iki coğrafyada, zaman ve mekânın birlikte düşünüldüğü, karmaşık sistemler hakkında bilgi vermektedir. *Bu kentsel arazi kullanım modeli için ne anlama gelmektedir?* Mekânsal ve zamansal dinamik modeller, kentsel yayılma gibi gerçek sorunlara yaklaşım geliştirmek için idealdir. Zaman, dinamik bir sistemin yürüncesini doğrudan ve mekanik biçimde yöneten kanundur. Markov Chain kullanarak arazi örtüsü değişiminin modellenmesi veya Hücrel Otomasyon modeli kullanarak kentsel büyümenin modellenmesi gibi coğrafi dinamik modellemede süreci simüle etmek için kullanılan en önemli parametre zamandır. Coğrafi sistemin simüle edilmesinde, zamansal açıklamanın dört önemli tipi vardır; zaman ve aşamaya ilişkin



anlatım ve gerçeğe ve sürece ilişkin varsayım. Süreci varsayım yolu ile açıklama, belirli bir sürecin varlığı kabul edilmiş ve bu süreç göz önüne alındığında, yapay bir zaman aralığı (gelecek zaman), olayları bulmak ve açıklamak için üretilmiştir. Varsayım süreci, deterministlik bir süreçtir. Gerçek süreci açıklamada, gerçek süreçler ampirik bulgulara bağlıdır (Hu 2004).

Bu kapsamda, kentsel büyümeyi ve kentin gelecekteki durumunu alansal olarak ortaya koymak için mekân, zaman ve insan olgusunun birlikte ele alan dinamik modeller tercih edilmektedir (Meaille ve Ward 1990, Grossman ve Eberhardt 1993, Batty ve Longley 1994, Tanrıöver 2011). Dinamik modeller, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) alanında yaşanan gelişmelere paralel olarak plancılar ve kaynak yöneticiler arasında kent simülasyon aracı olarak giderek artan bir ilgi görmektedir. Kent ve çevresel uygulamalarda çok fazla sayıda dikkate değer dinamik modeller geliştirilmiştir (Turner 1987, Meaille ve Wald 1990, Landis 1995, Veldkamp ve Fresco 1996, Pijanowski vd. 1997, White ve Engelen 1997, Clarke ve Gaydos 1998, Wu ve Webster 1998 2000, Li ve Yeh 2000, Sui ve Zeng 2001, Wang ve Zhang 2001).

Dinamik kentsel büyüme modelleri, kaynak yöneticilerinin ve plancıların gelecekte meydana gelecek kent büyümesini tahmin etmesine, çeşitli büyüme senaryoları geliştirilmesine ve kentin gelecekte etkileyeceği alanlar için koruma stratejileri geliştirilmesine olanak tanımaktadır (Herold vd. 2003). Bu modeller, özellikle teknolojinin gelişmesi, mekânsal verilerin konumsal çözünürlüğün artması ve bu bilgi akışının Coğrafi Bilgi Sistemlerine (CBS) entegre edilmesi ve ortaya koyduğu başarılı sonuçlardan dolayı tercih edilmeye başlamıştır.

Kentleşme ile ilişkili alan kullanımı ve arazi örtüsü değişimini izleme ve modelleme bu değişimlerin çevreyle ilgili ve sosyal süreçlerin nasıl etkileştiğini anlamak için büyük önem taşımaktadır (Houet vd. 2010, Jenerette ve Poterie 2010, Qiang ve Lam 2015). Brits vd. (2014) göre çevresel gündem, stratejik planlama ve alan kullanım politikası opsiyonlarının değerlendirilmesinin desteklenmesinde kentsel sistemlerin modellenmesi ve sürdürülebilir değerlendirmesi bir gerekliliktir. Bu duruma istinaden literatür çalışmalarının sözü geçen çevresel sorunlar ile arazi kullanımı ve örtüsü değişimi

(LUCC: Land Use and Cover Change) konusunda yoğunlaştığı görülmektedir. Bu modellerle ilgili olarak geliştirilen mekânsal modeller, teorik varsayımlar, metodolojik yaklaşımlar, değişkenler, çözünürlük ve ölçek bakımından farklılıklar içermektedir.

Kentsel sistemlerin dinamikleri üzerinde yoğunlaşmış pek çok kapsamlı araştırma olmasına rağmen kentsel modellerin işlevleri hakkında geliştirilen hipotezler daha çok resmi modeller geliştirerek test edilmiştir. Modeller genelde konut, istihdam, arazi kullanımı ve taşımacılık gibi belirli alt sistemlere odaklanır, burada sınırlı sayıda unsur dinamiği etkiler. Etkinliklerin mekânsal dağılımına ilişkin ilk modeller, mekânsal etkileşim ve ekonomik aksiyomların basit mekanizmalarına dayanmaktadır. Ancak modeller daha gelişmiş olmakla birlikte, insan faaliyetlerinin çevre üzerinde hava kirliliği ve gürültü gibi doğrudan etkileri olan biyo-tezlerin temsil edilmesinde hala sınırlıdır. Alberti (2008) günümüzde kentsel simülasyon modellerinin (Çizelge 2.2) kuramsal ve metodolojik temellerini sentezleyen geniş bir akademik literatür bulunduğunu vurgularken bu modellerin kentsel ekosistemi açıklamada yetersiz kaldığını ifade etmektedir.

Çizelge 2.2 Ekonomi temelli kentsel simülasyon modelleri (Alberti 2008)

<b>Yer çekimi ve maksimum entropi modelleri</b> (Gravity and maximum entropy models)	Konutların istihdam yerleri etrafında yerçekimine benzer bir şekilde yerleştiği hipotezine dayanmaktadır.
<b>Ekonomi tabanlı modeller</b> (Economic market-based models)	Arazi rantı ve arazi piyasası takas kavramına dayanan bu modelde konut arsası gereksinimlerinin mekânsal dağılımını, değerini ve kapsamını belirlemektedir. Model, konumun konut arsası pazarındaki etkilerini açıklamayı amaçlamaktadır. Bu yaklaşımı kullananlar, hane halkının faydalarını en üst düzeye çıkaracağını varsaymaktadır: yani, hane halkı, konut fiyatlarından ve nakliye maliyetlerinden yatırım yaparak mümkün olan en iyi yerleşim yerini seçmektedir. Borçlar, talep ya da teklif-kiraya dayalı olarak fonksiyonel bir formda temsil edilir.
<b>Farklı seçim modelleri</b> (Discrete-choice models)	İlk olarak McFadden (1978) tarafından önerilen bu yaklaşım, her bir alternatifin sağladığı faydaya dayalı olarak ayrık konum alternatifleri arasında tüketici tercihlerini modellemek için rasgele-fayda teorisini kullanır.

Çizelge 2.2 Ekonomi temelli kentsel simülasyon modelleri (devam)

<p><b>Farklı seçim modelleri</b> (Discrete-choice models)</p>	<p>Ellickson (1981), yardımcı fonksiyondan ziyade bir teklif-kira fonksiyonuna dayanan bir logit model geliştiren ilk kişidir. Onun yaklaşımı, tüketicinin fayda fonksiyonlarını en üst düzeye çıkarmayı temel alan özellikler arasından seçim yapma sorunu yerine, arazi sahibinin en yüksek teklifi verene satma sorununa odaklanır. Anas (1987), geleneksel kentsel ekonomik modeli uzatan ayrık seçim modellemesine dayanan genel bir denge modeli geliştirmiştir.</p>
<p><b>Matematiksel tabanlı programlama modeller</b> (Mathematical programming-based models )</p>	<p>Kentsel faaliyetlerin dağılımını tanımlayan üçüncü bir yaklaşım, optimizasyon teorisine dayanmaktadır. Matematiksel programlamayı kullanarak, bu modeller ulaşım maliyetlerini ve faaliyetlerin kurulmasını içeren nesnel bir işlevi optimize etmek için mekânsal etkileşim problemleri tasarlar.</p>
<p><b>Girdi-Çıktı modelleri</b> (Input-Output models)</p>	<p>İktisat teorisinden kentsel modellemeye bir başka önemli katkı, ilk olarak Leontief (1967) tarafından geliştirilen mekânsal ayrıştırılmış sektörler arası Girdi-Çıktı (I /O) yaklaşımıdır. Bu yaklaşım, ekonomik faaliyetleri sektöre göre ayrıştırarak ve bunların kentsel mekân ile etkileşimini entegre eden bir model önermektedir. Bu yaklaşım, bir girdi-çıktı tablosunun temel yapısını değiştirerek, plan aktörlerinin, ekzojen (exogenous) değişimin ekonomide mekânsal olarak ayrıştırılmış bir ölçekte sahip olacağı doğrudan ve dolaylı etkileri tahmin etmesini sağlamaktadır.</p>
<p><b>Mikro-Simülasyon</b> (Microsimulation)</p>	<p>Bir modelleme tekniği olarak, mikro-simülasyon özellikle kararların bireysel düzeyde yapıldığı sistemler için uygundur ve sistem içindeki etkileşimler karmaşıktır. Bu tür sistemlerde, sistemi değiştirerek üretilen sonuçlar, farklı gruplar için geniş ölçüde değişebilir ve genellikle tahmin edilmesi zordur. Mikro-simülasyonu kullanan araştırmacılar, karar süreçlerinin çeşitli sonuçları ile bir dizi kuralı veya “Monte Carlo” sürecini kullanan karar vericinin özellikleri arasındaki ilişkileri tanımlayabilir. Bir nüfusun eylemlerini simüle etmek için de kullanabilirler. Örn: UrbanSim modeli</p>

### 2.2.2 Peyzaj ekolojisi modelleri

Ekologlar öncelikli olarak kent dışı ortamlardaki türlerin, toplulukların ve ekosistemlerin dinamiklerini modellemiştir. Ancak son yıllarda kentsel ekosistemlerin modellenmesi ile ilgili çalışmalar artmaktadır. Süreci tanımlama çalışmaları yerini desen süreç etkileşiminin belirlenmesine bırakmaktadır. Kentsel ekosistemdeki enerji ve madde akışı; ekolojik, fiziksel ve sosyal faktörlerin mekânsal kompozisyonunun ekosistem işlevini nasıl etkilediği önemli sorular olarak karşımıza çıkmaktadır. Peyzaj ekolojisi mekânsal desenlerin ekolojik süreç üzerindeki etkilerini ve her ikisinin karşılıklı etkileşimini incelemek için tutarlı bir perspektif sağlamaktadır. Peyzaj ekolojisi modelleri güncel gelişmeler doğrultusunda gelişmektedir. Örneğin günümüzün önemli bir küresel sorunu olan iklim değişikliği endekslerini de modelin bir etkeni olarak değerlendirebilmektedir ya da iklimsel modellerden bitki örtüsü modelleri oluşturulmuştur.

Peyzaj yapısındaki değişiklikleri tahmin etmek için genel üç ekolojik model sınıfı kullanılmaktadır:

- Bireysel tabanlı modeller (Individual-based models); çevrede etkileşimde olan organizmaların ve mekanizmaların özelliklerini birleştirmektedir.
- Süreç tabanlı peyzaj modelleri (Process-based landscape models); baskın dengeye odaklanan bu modeller mekânsal peyzaj desenlerinde meydana gelebilecek değişiklikleri öngörmek için su ve besin maddelerinin peyzaj boyunca akışını ve biyotik tepkilerini öngörürler.
- Stokastik peyzaj modelleri (Stochastic landscape models); peyzajı gridlere bölerek her bir ızgara (grid) hücresindeki karakteristiklere, yapısal konfigürasyonlara ve hücre durumundaki geçiş olasılığına dayanarak mekânsal desendeki değişimi tahmin etmektedir.

### 2.2.2.1 Mekânsal stokastik modeller

Mekânı açıklayan stokastik ve süreç tabanlı simülasyon modeller çeşitli peyzaj ve biyofiziksel süreçlere uygulanmıştır (Turner 1989). Mekânsal açık bir stokastik model olan *Arazi Kullanım Değişim Analiz Sistemi* (LUCAS: The Land-Use Change Analysis System), ortak bir veri tabanı ile birbirine bağlanan üç modül üzerinden yapılandırılmıştır. Bu modelin sosyo-ekonomik modelleri, arazi örtüsündeki olası değişimleri tahmin etmek için kullanılmaktadır ve peyzaj değişim modelini belirlemek için geçiş olasılık matrisi (TPM: Transition Probability Matrix) üretilmektedir. LUCAS simülasyonu yoluyla, girdideki peyzaj durumu geçiş olasılık matrisi çıktıları ile karşılaştırılmaktadır (Alberti, 2008).

Son yıllarda süreç tabanlı çeşitli mekânsal modeller geliştirilmektedir. *Arazi Kullanımı ve Örtüsü Değişimi Modeli* (LUCC: Land Use and Cover Change) ile *Ekolojik sürdürülebilirlik için Arazi Değişim Modeli* (Land Change Modeler for Ecological Sustainability: LCM) son yıllarda kentsel planlamada kullanılan modellerdir. Arazi Kullanımı ve Örtüsü Değişimi Modelinde arazi kullanım değişimi kullanılarak ve kentsel büyüme planlaması ve çevresel değerlendirme birlikte değerlendirilerek her ikisinin en iyi performansına ulaşılması için kararlar geliştirilmektedir. LCM Modeli LUCC modellemeye entegre olan IDRISI yazılımındaki çevresel değerlendirme modülüdür. Mekânsal açıklayıcı ve desen tabanlı olan LCM modeli deneysel (empirik) olan LUCC modelleme araçlarına benzerdir. LCM modeli tarihsel (zamansal/geçmiş) alan kullanım verisine, Markov matrislerine ve potansiyel geçiş haritalarına dayanarak gelecekteki arazi kullanım ve örtüsü değişimini simüle etmektedir (tahmin etmektedir). Ekolojik Sürdürülebilirlik için Arazi Değişim Modeli deneysel ve geçiş modelidir, uygulaması tarım alanları üzerinden gerçekleştirilmiştir. Bu modelde arazi geçişleri Markov Chain Model ile belirlenmekte ve geçiş (transition) matrisleri üzerinden, değişimi etkileyen değişkenlerin çok katmanlı yapay sinir ağları (Multi-Layer Perception Neural Network: MLP) ile eğitilmesi sonucunda gelecekteki arazi örtüsü kullanımını simüle edilmektedir. Bu modelde sistemin yapay sinir ağları eğitilmesi dışında Lojistik Regresyon tekniği kullanılarak modellenmesine de olanak tanınmaktadır. LCM nin ara yüzü beş aşamada organize edilmiştir: **Değişim analizi** (geçmiş LUCC nin

değerlendirilmesi), **Geçiş Potansiyeli** (Arazi geçişlerinin potansiyel modellenmesi), **Değişim Tahminleri** (gelecekte olası değişimi tahmin etme), **Çıkarımlar** (biyolojik çeşitlilik çıkarım değerlendirmeleri) ve **planlama** (ekolojik sürdürülebilirliği sağlamak için planlama müdahalelerini değerlendirme). LCM modelinde geçişler çok katmanlı algı sinir ağı (multi-layer perception Neural Network: MLP), Lojistik Regresyon ve Benzerlik Ağırlıklı Örneğe Dayalı Öğrenme (Similarity Weighted Instance-Based Learning: SimWeight) teknikleri kullanılarak elde edilmektedir. SimWeight ve MLP'nin geçişlerde en iyi sonucu verdiğini belirten Eastma vd. (2005) lojistik regresyon modelinin bağımsız değişkenler arasında sınırlı korelasyonlara izin verdiğini ancak etken değişkenler arasında yüksek korelasyonun da olabileceğini belirtmektedir. Ayrıca etken değişkenler ile değişim arasındaki ilişkinin karmaşık olabileceğini vurgulayarak seçilen değişkenlerin zamansal ve mekânsal kent büyüme dinamiği ile doğrusal olmayan bir ilişki içerebileceğine dikkat çekmektedir. Diğer bir ifade ile sinir ağları ve k-en yakın komşuluk gibi parametrik olmayan (non parametric) yaklaşımlar bu sınırlamaların giderilmesi için alternatif olarak değerlendirilebilir. Konu ile ilgili akademik çalışmalar MLP yönteminin Lojistik Regresyon'a göre daha iyi sonuç verdiğini göstermektedir (Cengiz ve Yılmaz 2016, Aguejdad vd. 2017).

#### **2.2.2.2 Süreç bazlı modeller**

Peyzaj ekolojisindeki kuramsal gelişmeler, desen ve süreç arasındaki ilişkiyi anlamada mekânsal heterojenliğin önemini (Turner 1989) vurgulamaya başladığında ekosistemin yapısal ve fonksiyonel karakteristikleri ile ilişkili peyzajın belli başlı karakteristiklerini yansıtan peyzaj yapısındaki değişimleri tahmin eden yaklaşımlar da gelişmiştir. Bu gelişme ile birlikte araştırmacılar leke mozaiklerinin hiyerarşisi olarak kabul ettikleri ekosistemlere odaklanmışlardır (Wu ve Loucks 1995). Bu odaklanma ekosistemler üzerinde farklı modelleri kombine etmelerine neden olmuştur. Farklı modelleri birlikte kullanmaları ekosistemin farklı karakteristiklerini anlamak ve değerlendirmek için gerekli olduğu kadar yararlı olmuştur. Bu yapıları nedeniyle süreç bazlı modeller kuşak (gradyan) deseni ve süreçlerini belirlemede gerçekçi sonuçlar elde edilmesini sağlamaktadır (Alberti 2008). Kentsel büyüme ve ekosistem dinamikleri çok farklı kararlar ve ölçeklerden etkilenebilme özelliğinde olan çok yönlü ve karmaşık bir sistemi

işaret etmektedir. Yerel ve küresel ölçeklerin birbirini etkilediği kırılğan ve çok eğilimli bir sistemden söz edildiğinde elbette geçmişteki eğilimler kadar Wu'nun (1998) da belirttiği gibi gelecekteki belirsizliğinde dikkate alınması gerekmektedir. Süreç bazlı modellerden kentsel planlamada çok yoğun kullanılan modeller Hücresel Otomasyon (HO; Cellular Automata: CA) modeli, Yapay Sinir Ağları (YSA), Lojistik regresyon analizi, Markov chain vb. gibi yöntemler kullanılmaktadır.

**Hücresel Otomasyon (HO):** Bir durumun hücelere bölünmesi ve o hücrelerin komşu hücrelerinin durumuna göre gelecekteki durumunun kestirilmesini sağlayan bir sistemdir. Kentsel modellerde iki boyutlu tasarlanmaktadır. Her bir hücre orman alanı, tarım arazisi, yerleşim, vb. arazi kullanımı fonksiyonlarını göstermektedir. 1970 yılında John Horton Conway tarafından geliştirilen bu sistem Conway "Hayat Oyunu (Game of Life)" adını vermiştir (Başlık 2008) Her hücre yatay, dikey ve çapraz olan 8 komşu hücresiyle doğrudan etkileşim içindedir. Bu hücrelerin gelecekteki durumunu komşu hücrelerin durumu belirlemektedir (Ayazlı 2011). Buna bağlı olarak merkezdeki hücrenin durumunu komşu hücrelerin durumu ve durumu yaratan kural seti belirler. Her farklı kural için farklı bir model ortaya çıkmaktadır. Bu modeller bir düzene sahip olabildiği gibi tamamen rasgele de olabilmektedir. Bu basit yapı ile farklı kurallar kombine edilerek daha karmaşık kent modelleri ortaya konabilmektedir.

Kentsel yayılmanın modellenmesinde kullanılan istatistiksel analiz ve Yapay Sinir Ağları Modeli ile ilgili en güncel çalışmalardan bazıları aşağıda aktarılmıştır.

Cengiz ve Yılmaz (2016). Malatya kent merkezi ve yakın çevresi için kentsel büyümenin modellenmesine ilişkin yaptıkları çalışmalarında; 1985-2000-2015 yıllarına ait arazi örtüsü haritaları, biyofiziksel değişkenler (yükseklik, eğim), altyapı değişkenleri (yola uzaklık, demir yollarına uzaklık, kent merkezine uzaklık, yapılı/kentsel alana uzaklık) ve sosyoekonomik değişkenleri (yıllık nüfus artış oranı, nüfus yoğunluğu) yapay sinir ağları teknolojileri ve stokastik modelleme süreçleri ile birlikte kullanarak kent için 2018-2021-...-2045 yıllarına ilişkin arazi değişim simülasyonları oluşturmuşlardır. Çalışmada kentsel arazi kullanım değişiminde en etkili değişken setinin altyapı değişkenleri olduğunu ortaya koymuşlardır.

Riccioli vd. (2016), “Artificial neural network for multifunctional areas” adlı çalışmalarında kentsel alan ve kırsal alan değişimleri ve etkileşimini Chianti (İtalya) bölgesinde tahmin modelleri aracılığıyla belirlemiştir. Alan kullanım değişiminin tahminlerinin karar destek sistemlerindeki önemine değinilen çalışmanın yönteminde yapay sinir ağları modeli (YSA; The artificial neural network model: ANN) kullanılmıştır. YSA’ nın pek çok disiplin tarafından kullanıldığı gibi kentsel alan değişimlerinin tahminlerinde önemli ve güvenilir bir model olduğuna vurgu yapılmıştır. Çalışmada, YSA’nın çok katmanlı algılayıcı modeli (Multilayer Perceptron: MLP) uygulanmıştır. Beş fonksiyon (sosyoekonomik fonksiyon, estetik fonksiyonu, hidrolojik fonksiyonu, arazi koruma fonksiyonu ve doğal fonksiyon) üzerinden kurgulanan Mekânsal Çok Kriterli Analiz Modeli kullanıldığı çalışmada her bir fonksiyonun değişkenleri için ağırlık belirlenmiştir. 2000 ve 2006 yıllarına ait veriler kullanılarak her bir değişkenin olası değişim matrisi hesaplanmıştır. Elde edilen bulgulara dayanarak YSA’nın arazi değişimindeki önemine ve kullanılabilirliğine dikkat çekilmiştir.

Bhatti vd. (2015) Pakistan Lahore kentinde kentsel yayılmanın simülasyonu üç ölçek üzerinden geliştirilmiştir: kent bölgesi, kent çevresi ve kırsal alan. 1999, 2011 ve 2013 yıllarına ait Landsat uydu görüntülerinin kullanıldığı çalışmada değişim analizi ve simülasyon IDRISI Selva yazılımı aracılığıyla belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan değişkenler üç grupta toplanmıştır: Biyofiziksel değişkenler (yükseklik, eğim, akarsu ve kanallara uzaklık vb.), Altyapı değişkenleri (yola uzaklık, demir yollarına uzaklık, hastanelere uzaklık, içme suyuna erişen hane oranı, kent merkezine uzaklık, yapılı/kentsel alana uzaklık vb.) ve sosyo ekonomik değişkenler (yıllık nüfus artış oranı, nüfus yoğunluğu, okuryazarlık oranı, çalışan nüfus yüzdesi, ev sahipliliği yüzdesi). Değişkenlerin kentsel yayılmadaki etki oranının belirlenmesi için lojistik regresyon analizi ve ROC eğrisi kullanılmıştır. Elde edilen potansiyel haritaları ve oluşturulan senaryolar aracılığıyla 2021 ve 2035 yıllarındaki kentsel yayılma simülasyonları elde edilmiştir. Çalışmada arazi dönüşümünün en önemli etkileyicilerinin sırasıyla altyapı, sosyoekonomik ve biyofiziksel değişkenler olduğu belirlenmiştir.



Rahnam vd. (2015), kentsel yayılmanın küresel olarak ciddi bir problem kabul edildiği varsayımıyla 2001 ve 2011 yıllarında Melbourne (Avustralya) kentindeki derişik ve kentsel yayılma durumu altyapı ve sosyoekonomik ve doğa değişkenleri üzerinden ele alınarak ve her bir değişkenin değişim oranı hesaplanmıştır. MATLAB ve SPSS programları aracılığıyla lineer ve çok değişkenli regresyon analizleri ile sinir ağları teknikleri kullanılarak değişkenlerin etki oranları ve birbirleri arasındaki etkileşimi gösteren denklemler elde etmiştir. Çalışmada kent merkezinden uzaklık ve araç kullanımının arazi dönüşümünde birincil etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Tian vd. (2014), “Assessing The Landscape and Ecological Quality of Urban Green Spaces in A Compact City” adlı çalışmalarında peyzaj desenlerini ekolojik kalite bağlamında incelemişler. Yeşil alanların kentsel yenileme ve gelişmelerle geliştirilemediğini, bazı eski yerleşimlerde düşük kalitede peyzaj özelliklerine rastlandığını belirtmektedirler. Hong Kong kentinde CBS ve uzaktan algılamadan yararlanarak, peyzaj ekoloji kalitesi yeşil alanlar özelinde faktör-analiz yöntemleri ile değerlendirilmiştir. FRAGSTAT yazılımı ile peyzaj mozağini karakterize eden anahtar indeksler seçilmiş ve buna göre parça büyüklüğü ile şekli yakınlık ilişkileri değerlendirilmiştir. İnsan etkisinden uzak alanlarda kentsel yeşil alanların büyüklüğü artmaktadır. Çalışmada 11 farklı alan kullanımında insan kullanımına açık kamusal alanlarda yeşil miktarının azaldığına vurgu yapılmaktadır. Hükümetten elde edilen yüksek kaliteli (0,5 m x 0,5 m çözünürlükte) sayısal haritalar üzerine R2V yazılımı ile ortho fotolar manuel olarak sayısallaştırılmış, alan çalışmaları ile de yapılan sayısallaştırmalar kontrol edilmiştir. Yapılı ve yapılı olmayan çevreler olarak ikiye ayrılan çalışmada 14 farklı sınıf tanımlanmıştır. Yeşil alanların yerleşimlere göre temel peyzaj karakterleri, yeşil alan büyüklüğü, şekli, parça benzerliği, sınır etkileri açısından yorumlanmıştır. Kentsel yeşil alanlara ait ekolojik kalite indeksleri PCA yöntemine uygun modellenerek çalışma alanının özelliklerine göre formülize edilmiştir.

Kentsel sistemlerin açıklanması temelli çalışmalarda Hücresel Otomasyon (HO) geniş bir kullanım alanına sahiptir. Aşağıda yapılan çalışmalardan bazıları aktarılmıştır.

HO tabanlı modeller, esnek ve basit yapısı ile karmaşık sistemleri açıklamada ortaya koyduğu başarılı sonuçlar, uzaktan algılanmış veriler ve raster tabanlı CBS'ne kolay entegre edilmesi sebebiyle karmaşık kent modelleri oluşturulmasında öne çıkmaktadır (Wolfram, 1984; Torrens, 2000; Kocabaş vd., 2006). Basit bir HO modeli, beş temel bileşenden oluşur; bir grid uzayda model eylemleri, grid uzaydaki hücrelerin durumu, alansal dinamik süreçleri tanımlayan geçiş kuralları, merkez hücreyi etkileyen komşu hücreler ve zaman adımlarıdır (White vd., 2000; Liu, 2013). Hücre, durumun en küçük karesel birimidir. Hücrenin durumu, geçiş kuralları uygulandığı zaman, komşu hücrenin durumuna göre değişecektir. CA modellerinin yapısını geliştirmek için özellikle geçiş kuralları, olasılık ifadeleri, kendi kendini değiştirme özelliği (self-modification) ve stokastik (olasılıklı) içermeler için çok fazla çalışma yapılmıştır (Torrens ve O'Sullivan, 2001). Bu yenilikçi teknolojik ilerlemelerden dolayı son zamanlarda yapılan çalışmalarda hücresel modelleme, kentsel gelişim tahminlerinde güvenilir bir araç olarak karımıza çıkmaktadır (Couclelis 1997, White ve Engelen 1997, Clarke ve Gaydos 1998, Wu ve Webster 1998, Li ve Yeh 2000, Sui ve Zeng 2001, Silva ve Clarke 2002, Yang ve Lo 2003).

Günümüze kadar kentsel sistemleri anlayabilmek için çok sayıda HO modeli geliştirilmiştir. Model ilk kez Tobler (1979) tarafından mekânsal planlamada kullanılmıştır. Bu çalışmadan sonra 1996 yılında Couclelis'in genelleştirilmiş model dili çalışması ve yine aynı yılda Takeyama'nın (1996), CBS tabanlı dinamik ve yersel modelleme çalışmaları yapılmıştır.

Batty ve Xie (1997), HO modellerini sadece arazi kullanım örnekleri için değil aynı zamanda kentsel modellemeyi entegre edilmiş ulaşım ağı ile birlikte kullanmıştır.

HO modelini kentsel yapıya uygulayan Cecchini ve Viola (1992) basit HO yapısını kullanmıştır. Popülasyon yoğunluğu gibi fiziksel veriler, kentsel formu tanımlayan komşu hücreler arasındaki ilişkiyi de dikkate alan yaklaşım Cecchini modelinin temelini oluşturmaktadır.

White ve Engelen (1997), teorik ve deneysel yapıyı birleştirebilen HO tabanlı kentsel gelişim modeli geliştirmiştir. Çalışmada yerleşimlerin dört ana fonksiyonu olduğu varsayılmıştır: ticari, endüstriyel, yerleşke ve açık alanlar. Bu fonksiyonların aralarındaki mesafeye bağlı olarak hücreler arasındaki çekici ve itici güçler dikkate alınmıştır (White ve Engelen, 1997).

Guan ve Wang (2002), çalışmalarında kentsel büyüme modellemek için Hücresel Otomasyon tabanlı geri beslemeli yapay sinir ağları tekniğinden yararlanmıştır. Araştırmada büyümeyi etkileyen değişkenler kullanılarak sistem eğitilerek kentsel büyüme modellenmiştir. Modelin ürettiği sonuçların modelin değişkenler arasındaki mekânsal bağlantıları göz ardı etmesi nedeniyle oldukça başarılı olduğu vurgulanmıştır.

Wu ve Martin (2002) çalışmalarında plancı ve plan aktörlerinin karar verme süreçlerinde hücresel otomasyon modellerinin ne kadar önemli olduğunu ortaya koymuşlardır.

Akın (2011) doktora çalışmasında (1) Adana kentinde mevcut eğilimler, (2) ekolojik uygunluk gelişimi, (3) yönetim eğilimlerini dikkate alan üç farklı politika altında, Adana Kenti'nde büyüme politikalarının potansiyel etkilerini değerlendirebilmek için farklı alan kullanımı ve arazi yönetim kararlarını betimleyebilme yeteneğinde olan bir model önermiştir. Bölgesel ölçekte modelleme başarısı nedeniyle, farklı alanlarda farklı koruma katmanlarını entegre edebilme özelliği olan CA tabanlı Markov Chain, Yapay Sinir Ağları (YSA), SLEUTH (slope, land use, exclusion, urban extent, transportation, hillshade), lojistik regresyon ve regresyon ağacı modelleri çalışma kapsamında Adana Kenti gelişiminin 2023 yılı modellenmesinde tercih edilmiştir. Bu kapsamda, 1967-1977 CORONA hava fotoğrafları, 1987-1998 SPOT ve 2007 ALOS AVNIR-2 uydu verileri kullanılmıştır. Model, geçmiş zaman serilerine ait uzaktan algılanmış veri seti kullanılarak kalibre edilmiş ve kentsel gelişim 2023 yılı dikkate alınarak modellenmiştir. SLEUTH ve Markov Chain sırasıyla %75 ve %72 Kappa değerleri ile en doğru sonucu üreten modeller olmuştur.

Ma vd. (2012), zengin biyolojik çeşitliliğe sahip Tianjin, Çin’de sulak alanların güncel ve gelecek değişimlerinin belirlenmesini hedeflemiştir. 1979-2008 yılları arasındaki değişim dinamikleri Markov modeli ile belirlenmiştir. Korunması gereken alan kentleşme tehdidi ile karşı karşıyadır ve Markov modeli ile 2015, 2020 ve 2050 yılları için yapılan tahminler, koruma politikası olmaksızın devam eden süreçte sulak alanların azalacağını ve kirlilik ile yapılaşmanın en üst seviyeye ulaşacağını göstermiştir.

Eşbah vd. (2013), yaptıkları çalışmada İğneada Koruma Alanı içerisinde yer alan kentsel gelişim alanları ve çevrelerinde olan değişimin uzaktan algılama yöntemleri ile tespitini, ileriye dönük arazi örtüsü/kullanımı modellerinin oluşturulmasını ve sürdürülebilir alan yönetimi önerilerinin geliştirilmesi amaçlamıştır. Çalışmada hücresel özdevinim tabanlı Markov Chain, SLEUTH ve What If? modelleri peyzajın genelindeki ve kentsel dokudaki alan kullanımları/arazi örtüsünün 2030 yılı için modellenmesinde kullanılmıştır.

Mohammad, (2014), Yaptığı çalışmada, İran, Sanandaj kentinde Yapay Sinir Ağları’ni kullanarak büyüme desenlerini tahmin etmeye çalışmıştır. Çalışmada 2000 ve 2006 yıllarına ait Landsat görüntüleri kullanılmıştır. Kullanılan değişkenler, yerleşim alanlarına olan uzaklık, yollara olan uzaklık, yükseklik, eğim, açık alanlara olan uzaklık, merkeze olan uzaklık haritalarından oluşmaktadır. Sonuç olarak YSA yönteminin kentsel gelişimi başarılı bir şekilde tespit ettiği sonucuna varılmıştır.

Güvensoy (2014), yaptığı çalışmada Mersin İli, Erdemli İlçesi kıyı kesiminde 1980’li yıllardan günümüze kadar olan dönem için uydu verilerine (1989, 1995, 2001 ve 2007 tarihli SPOT verileri) dayalı değişim analizleri gerçekleştirmiş ve CA temelli SLEUTH ve Markov modellerini kullanarak güncel kentsel gelişme eğilimleri ışığında gelecekteki kentsel büyümeyi tahmin etmiş ve kaynak yönetimine ilişkin öneriler geliştirmiştir.

Alay (2016),’nın yaptığı çalışmada kentsel büyüme davranışlarına bağlı olarak ileride oluşacak arazi kullanımı/arazi örtüsü değişimlerinin modellenmesi ve peyzajın kentsel büyümeyi nasıl yönlendirebileceğinin ortaya konulması amaçlanmaktadır. Çalışmada

1966-2013 yılları arasında gerçekleşen kentsel büyümenin ve 2005-2013 yılları için hazırlanan arazi kullanım değişiminin incelenmesi sonrasında oluşturulacak özgün büyüme senaryoları ile 2045 yılı için kentsel büyüme ve arazi kullanım simülasyonlarının oluşturulması hedeflenmektedir.

Kaya (2016), yaptığı çalışmada Kayseri kentinin büyümesinin tespiti, izlenmesi ve modellenmesini hedeflemiştir. Çalışmanın birinci aşamasında CBS ve UA teknikleri ile Kayseri ve civarının kentsel büyümesi ve bunun diğer alanlar üzerindeki etkisi hesaplanmıştır. Bunun için önce 1987, 1999, 2007 ve 2013 yıllarına ait LANDSAT uydu görüntüleri sınıflandırılmış daha sonra bu sınıflandırılmış veriler üzerinde doğruluk analizleri yapılmıştır. Değişim analizi ile de 1987-2013 yılları arasında AÖ/AK sınıfları arasındaki geçişler belirlenmiştir. Çalışmanın ikinci aşamasında Kayseri'nin kentsel büyümesi SLEUTH modeli kullanılarak 2035 yılına kadar tahmin edilmiştir. Ancak model korumanın olmadığı birinci senaryodan çok yüksek düzeyde korumanın olduğu 5. senaryoya kadar 5 farklı senaryoda yürütülmüş ve 5 farklı sonuç elde edilmiştir. Model sonuçları 2023 ve 2035 yılları açısından değerlendirilmiştir. Çalışmanın üçüncü aşamasında ise tüm senaryo sonuçları kentsel büyüme ve etkileri açısından karşılaştırılmıştır. Sonuç olarak ilk iki senaryonun sürdürülebilirlik ve kent yaşanılabilirliği açısından uygun olmadığı saptanmıştır.

Zhang (2016), yaptığı çalışmada Çin, Dongguan kentinde 2004, 2009, ve 2014 yılları arasında arazi örtüsü/alan kullanımı değişimlerini incelemiştir ve Yapay Sınır Ağları yöntemini kullanarak 2024 yılı için bir tahmin haritası oluşturmuştur. Sonuçlar ormanlık ve sulak alanlarda azalma olduğunu göstermiştir. Bunun tersi olarak 2004-2014 yıllarında kentsel alanlarda artış gözlenmiş ve bu artışın da gelecekte ivmesini artırarak devam edeceği sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte 2014 simülasyon haritası için FoM (figure of merit) değeri 8.86%, bulunmuştur. Bu değer tahmin çalışmaları için kabul edilebilir bir değerdir. Sonuçlar geleceğe yönelik politik ve planlama kararlarının alınmasında yol gösterici bir harita niteliğindedir.

Yazıcı (2017), Tokat ilinin 2030 yılı için kentsel büyüme simülasyonu Hücresel Otomat tabanlı SLEUTH model ile gerçekleştirmiştir. Çalışmada, 1987, 1998, 2007, 2014 yıllarına ait Landsat uydu görüntüleri, 2012 ve 2016 yıllarına ait ulaşım verileri, Sayısal Yükseklik Modeli (SYM) ve güncel imar planı kullanılmıştır. Veriler CBS ortamında hazırlanmış ve simülasyon CBS destekli yürütülmüştür. Gerçekleştirilen simülasyon sonucunda, 2014-2030 yılları arasında kentsel alanların 20,03 km<sup>2</sup> artacağı, 17,38 km<sup>2</sup>'lik kent dışı-tarım arazisinin ve 2,54 km<sup>2</sup>'lik orman arazisinin kent alanına dönüşeceği sonucuna ulaşılmıştır. Bu bağlamda, çevresel, sosyal ve ekonomik olarak büyük öneme sahip olan doğal yapının korunması ve kentsel planlamanın gerçekleştirilmesinde CBS tabanlı simülasyon modelinin önemli bir yere sahip oldukları belirlenmiştir.

Li vd. (2018), Çin, Wuhan metropoliten alanında CA-Markov analizini MCR (minimal cumulative resistance) yöntemi ile entegre etmiş ve 2020 yılı kentsel büyüme için bir tahmin haritası oluşturmuştur. 1996, 2006 ve 2013 yıllarına ait uzaktan algılanmış görüntüler tahminde kalibrasyon veri seti olarak kullanılmıştır. Ana yollardan olan uzaklık, otoyollardan olan uzaklık, raylı sistemden olan uzaklık, toplayıcı yollardan olan uzaklık, nehirden olan uzaklık, eğim ve yükseklik verileri bağımsız değişken olarak tespit edilmiştir. Sonuç olarak MCR entegre edilerek elde edilen sonuçlar CA-Markov ile elde edilen sonuçlar ile karşılaştırılmıştır. MCR-CA-Markov yöntemi ile orman alanları, su ve diğer ekolojik bölgelerin tahmini daha başarılı sonuçlar vermiştir. Önerilen MCR-CA-Markov yöntemi, özellikle kentsel alanlarda yer alan ekolojik bölgelerin analizinde ve tahmininde efektif bir şekilde kullanılmıştır.

**Yapay Sinir Ağları (YSA):** Yapay zekâ çalışmalarından doğan YSA, insanların sinir sistemi yapısı örnek alınarak oluşturulmaktadır. Temel prensibi, örneklerden yararlanarak olayları öğrenme ve oluşacak yeni durumlara karşı uygun yanıtlar üretmektir. Bu yöntemde insan beyni örnek alınmakta ve öğrenme yapay sinir hücreleri (nöronlar) tarafından sağlanmaktadır. Bu nöron modeli; bir nöron yani işlem elemanı, kendine gelen girişleri toplayan ve girişlerin toplamı sadece iç eşik değerinin üzerinde olduğunda çıkış gösteren bir elemandır. Yapay sinir ağları bu basit nöronların birbiri ile bağlanarak bir ağa dönüştürülmesiyle oluşmaktadır (Arlı 2009, Ayazlı 2011). Yapay

sinir ağırları tekniği, ulaşım planlamasında, arazi kullanım etkileşiminde ve dönüşümünde, kentsel büyüme gibi kentlerde oluşan sorunların çözümünde kullanılmaktadır (Cheng 2003). Yapay zekâya dayalı bilgi işlem sistemlerinin gelişmesiyle birlikte, son yıllarda mekânsal verileri işlemede kullanılacak araçlar geliştirmek için yeni fırsatlar ortaya çıkmıştır. Bu sistemlerin avantajı sadece kentsel veriyi tutmadaki verimlilik ve hızın geliştirilmesi değil; özellikle yeni teoriler ve teknikler geliştirme aracı sağlamasıdır. Geleneksel modelleme yaklaşımı açık, olası kurallara dayanmaktayken; yapay sinir ağırları işlemi yaklaşımı yoluyla kurallar dağıtık “birim işleme” mimarinin öğrenme işlemi temelinde bulunmaktadır (Diappi, 2004). HO’ya ve kendinden önce geliştirilen modellere paralel olarak geliştirilmiş olan bu yapay zekâ modeli, HO’nın aksine düzenli hücrelerin ızgaralarına bağlı değildir. Teorik olarak karmaşık olasılıklı, mantıksal ve matematiksel fonksiyonları gerçekleştirme yeteneğine sahiptirler (Basse vd. 2012).

### **2.2.2.3 Ajan/Etmen bazlı modeller**

Ajan Temelli Modeller günümüzde ekolojiden ekonomiye çok farklı disiplinlerde oldukça farklı olguları değerlendirmek için kullanılan modellerdir (Alberti 2008). Ajan temelli modeller, sistemin içinde ve sistemler arası ve sistem-çevre etkileşimini etkileyen kararları ve bağımsız etkenleri birlikte değerlendirerek yapının değişimini modellemektedir. Son yıllarda bu modeller insan ve doğal sistemlerin yapı modelleri için kullanılmaktadır (Bonabeau 2002). Bunun en önemli nedeni doğrusal olmayan davranışları ve süreksizliği simüle etme yetenekleridir. Bu yetenekleri ile arazi kullanımı ve arazi değişimi modellerinde de kullanılmaktadır.

## **2.3 Kentsel Büyüme Dinamiklerinin Ekolojik ve Fiziksel Ölçümleri**

Yeryüzündeki ekosistemlerin fonksiyonu kentsel büyümeden etkilenmektedir. Ekosistem fonksiyonu kentleşmeye bağlı olarak değişen peyzaj desenine göre biçimlenmektedir. Bu çalışmada kentsel büyüme dinamiklerinin peyzaj deseni üzerindeki etkileri araştırıldığı için bu bölümde peyzaj deseni paradigması aktarılmaktadır. Peyzaj deseni üç temel özellik üzerinden tanımlanmaktadır: yapı,

fonksiyon/işlev ve değişim. Yapı peyzaj öğelerinin veya ekosistemlerin dağılım biçimini; fonksiyon hayvanlar, bitkiler, enerji, mineral besin maddeleri ve bu elementler arasındaki akışları; değişim ise peyzaj mozağindeki ekolojik değişimi ifade etmektedir. Peyzaj desenindeki yapı üç temel öge ile açıklanmaktadır: lekeler, koridorlar ve matris (Forman ve Godron 1986). Sözü edilen üç temel öge daha sonra Forman (1995) tarafından *leke-koridor-matris modeli* veya *alan peyzaj mozaik modeli* olarak tanımlanmıştır.

Botequilha Leitao'nun (2001) "peyzaj biyofiziksel unsurlardan daha fazladır" vurgusu peyzajın hem doğa hem de kültürü kapsadığını ve peyzaj deseninin üretimi, fonksiyonelliği ve değişimi sırasında doğa ve kültürün etkileşimde olduğunu belirtmektedir. Bu nedenle kentsel sistemler ile ekolojik sistemler arasında farklılıklara odaklanmak yerine ortaklıklara odaklanmak gerektiği açıktır. Bu noktada bakış açısı ve değerlendirmeler peyzajın heterojenliğine yönelmektedir. Peyzaj heterojenliği, çevresel koşulların çeşitliliğinden kaynaklanan mekânsal bir olgudur. Lekeler, biyoçeşitlilik ve enerji akışı, besin maddesi döngüsü ve birincil üretim gibi ekosistem süreçleri arasındaki etkileşimleri etkiler. Peyzaj heterojenitesi, çoklu mekânsal ölçekler arasında ayrı desenler ve kuşaklar olarak oluşur ve popülasyonlar, topluluklar ve ekosistemler için önemlidir (Alberti, 2008). Kentsel peyzajlar farklı mekânsal desenler olduğu için ayırt edici bir heterojenlik sergilemektedir. Kentsel büyüme/kentsel yayılma derecesi ve biçimi peyzajın habitat lekelerini, matrisini ve ekolojik özelliklerini etkilemektedir. Bu nedenle farklı kentsel büyüme/yayılma tiplerinin peyzajın ekolojik yapısı üzerinde farklı etkileri olmakta ve yeni ilişkilerin oluşmasını sağlamaktadır. (Alberti 2005). Kentsel büyüme, aynı zamanda habitat yapısını ve türlerin etkileşimlerini, mikro iklimi ve doğal kaynakların tükenme olasılığı da dahil olmak üzere tür çeşitliliği ve tür bolluğunun desenleri kontrol eden süreçleri etkilemektedir (McDonnell vd. 1997, Pickett vd. 2001, Shochat vd. 2006).

Nüfus artışı ile birlikte kirlilik arttıkça ve insanlar daha fazla doğal kaynak talep etmektedir. Nüfusun artması mal ve hizmetler için daha fazla talep, konut için artan arazi kullanımı ve insan faaliyetlerini desteklemek için daha geniş ulaşım ve altyapı



anlamına gelmektedir (Alberti 2008). Bu talebin sonucunda arazi örtüsü ile birlikte peyzaj deseni de değişmektedir.

Kent gibi karmaşık bir süreci peyzaj deseni modeli ile anlamak planlama kararlarının daha ekolojik olmasını sağlamaktadır. Peyzaj deseninde ekolojik süreçlerin heterojenitesi iklim, topografya gibi doğal faktörleri içeren abiyotik özelliklerin yanı sıra biyotik özellikler tarafından da şekillendirilmekte ve değişmektedir (Amundson ve Jenny 1997). Son yıllarda farklı ekosistemlerdeki mekânsal heterojenlik ve peyzajdaki yapı, fonksiyon ve değişim süreçlerini matematiksel olarak anlamının bir aracı olarak metrikler geliştirilmektedir. 1980’li yıllarda doğal peyzajlardaki peyzaj desenin zamansal değişimini ortaya koymak ve olası değişimlerini tahmin etmek için geliştirilen peyzaj metrikleri ve peyzaj metrikleri temel alınarak geliştirilen kentsel metrikler kentsel büyüme dinamiklerinin peyzaj deseni üzerindeki etkisinin belirlenmesinde geniş bir kullanım alanı oluşturmaktadır.

### 2.3.1 Kentsel yayılma ölçümleri

Kentsel büyüme dinamiklerinin fiziksel formunu anlamak için geliştirilen bu metrikler aracılığıyla kentsel yayılma tipleri belirlenmektedir. Kentsel yayılma tipini belirlemek için hem peyzaj metrikleri hem de kentsel yayılma metrikleri kullanılmaktadır (Çizelge 2.3).

Çizelge 2.3 Kentsel yayılmanın ölçülmesinde kullanılan peyzaj metrikleri (Weijers 2012)

Peyzaj metrikleri	Değerlendirme
Class area (CA)	Kentsel sınıfın mutlak büyümesini ölçer
Number of patches (PA)	Kentsel sınıfın derecesini ölçer
Edge density (ED)	Kentsel sınıfın toplan kenarını ölçer
Area weighted mean patch fractal dimension (AWMPFD)	Kentsel lekelerin biçimsel karmaşıklığını ölçer
Built-up density	Kentsel lekenin dağılımını ölçer
Contagion	Peyzajların kümelenme veya yığılma derecesini ölçer
Shannon’s entropy	Kent sınıfının mekânsal yoğunluğunu ve dağınıklığını ölçer.

Angel vd. (2007), Bangkok and Minneapolis kentlerinde yaptıkları araştırmada uzaktan algılanmış görüntüler kullanarak, kentin mekânsal yapısını beş dinamik özellik üzerinden tanımlamış ve kentsel metrik seti (izelge 2.4) oluşturmuşlardır. Araştırmada oluşturulan metrik setleri sırasıyla yayılma metrikleri, uzantı metrikleri, yoğunluk metrikleri, banliyöleşme metrikleridir.

Çizelge 2.4 Kentsel yayılmayı ölçmek için kullanılan kentsel metrikler

Kentsel metrikler	Tanım
<b>Yayılma metrikleri</b>	
Ana kentsel çekirdek	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %50'den fazla kentsel alana sahip en büyük bütünleşik leke
İkincil kentsel çekirdek	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %50'den fazla kentsel alana sahip ikincil bütünleşik lekeler
Kentsel saçaklanma	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %30'den fazla kentsel alana sahip lekeler
Çizgisel gelişim	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %30'den az ve yola 100 metreden yakın olan lekeler
Dağımsal gelişim	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %30'den az kentsel alana sahip lekeler
<b>Kentsel uzantı metrikleri</b>	
Geçirimsiz yüzeyler	Arazi rts üzerindeki tüm geçirimsiz yüzeyler
Kentleşmiş alan	Tüm geçirimsiz yüzeyler+kentsel açık alanların toplamı
Kentsel açık alanlar	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %50'den fazla kentsel alan komşu olan geçirimli yüzey
Kentsel ayak izi	Kentleşmiş alan+Perifer açık alan
Perifer açık alan	Kentsel alan çeperinin 100 metre dışındaki geçirimli yüzeyler
<b>Yoğunluk metrikleri</b>	
Geçirimsiz yüzeylerin yoğunluğu	Toplam kent nüfusunun geçirimsiz yüzey alanına bölünmesi
Kentleşmiş alanların yoğunluğu	Toplam kent nüfusunun kentleşmiş alana bölünmesi
Kentsel ayak izinin yoğunluğu	Toplam kent nüfusunun kentsel ayak izi alanına bölünmesi

Boori vd. (2014) yaptıkları araştırmada kentlerin genel büyüme eğilimini tanımlamak için mekânsal analitik yöntemleri tartışmayı amaçlamışlardır. Çalışmalarında son 30 yılda ciddi bir nüfus artışı oranına sahip Kuala Lumpur, Malian ve Singapur'da uzaktan algılanmış görüntüler üzerinden kentsel yayılma süreçlerini ölçecek, izleyecek ve bu süreci anlayacak metrik ölçümleri yapmışlardır.

Xu vd. (2019) araştırmalarında, Güneydoğu Asya gibi yüksek nüfusa sahip bölgelerde hızlı kentsel büyümeyi daha iyi anlamak için mekânsal-zamansal bağımlılıklarını ve küresel-yerel etkileşimleri göz önüne alarak, makro desenleri ve mikro dinamikleri birleştirerek bir ölçüm çerçevesi önermişlerdir. Araştırmada Bangkok, Ho Chi Minh Şehri (HCMC) ve Manila gibi Güneydoğu Asya'nın üç mega kentini örneklem olarak seçerek bu kentlerin 1990-2000-2014 yıllarındaki kentsel form değişimlerini ve genişleme modellerini karşılaştırmışlardır. Araştırma kentsel form değişikliği ile kentsel leke dinamikleri arasında yakın ilişkiler olduğu sonucunu ortaya koymaktadır.

Padmanaban vd. (2017) araştırmalarında, Hindistan Chennai'de hızlı nüfus artışının neden olduğu kentsel büyümenin etkilerini 25 yıllık bir periyotta uzaktan algılanmış görüntüler kullanarak belirlemeye çalışmışlardır. Araştırma'nın temel amacı Chennai'de son 30 yılda nüfusun ikiye katlanmasının bu kentteki ekosistem hizmetlerine olumsuz etkisinin belirlemektir. Araştırmada *Random Forest* (RF) tekniği kullanılarak üretilen çok zamanlı arazi kullanımı/örtüsü üzerinden yapılan peyzaj ölçümleri ile, arazi kullanım kategorilerin entropileri belirlenmiş ve geçen sürede kentsel alanın %70'lik bir artış gösterdiği ve tarım alanlarındaki entropi katsayısının oldukça yükseldiği sonucuna varılmıştır. Araştırmada arazi kullanım kategorilerinin entropi değerleri (ki bu değer düzensizliği göstermektedir) Amerikan kentleri ile karşılaştırılmıştır.

Herold vd. (2002) araştırmalarında, uzaktan algılanma teknolojisi ile kent bölgelerinin yönetimi ve planlanması için kentsel desen ölçümlerine ilişkin bir metodoloji sunmaktadırlar. Araştırma Santa Barbara kentine ait arazi kullanımı/örtüsü haritaları üzerinden peyzaj desen ölçümleri gerçekleştirmişlerdir. Araştırmada, dijital uzaktan algılama teknikleri ile belirli kentsel arazi kullanımlarının tanımlanmasında iki temel

sorun tespit edilmiştir. Kentsel alanlar tipik olarak mekânsal olarak heterojen bir arazi örtüsü sergilemekte ve bu ortamdaki arazi kullanımlarından gelen spektral tepkilerde büyük benzerlikler bulunmaktadır. Söz konusu sorunların çözülmesi için özellikle kentsel alan sınıflandırmalarında yüksek çözünürlüklü görüntüler Landsat, Spot gibi orta çözünürlüklü görüntüler ile birlikte kullanılması gerektiğini vurgulamışlardır. Araştırmaya ilişkin bir diğer bulgu homojen kentsel lekelerin desen ölçümlerinde sağlam bir arazi kullanım şartlandırması için farklı peyzaj ölçümlerinin önemini göstermektedir.

### **2.3.2 Peyzaj deseni ölçümleri**

Peyzaj metrikleri peyzaj ekolojisi ve ilgili disiplinlerde son yıllarda kullanımı oldukça yoğunlaşan indikatörlerdir. Peyzaj fonksiyonu ve süreci arasındaki ilişkiyi matematiksel kavramlarla tanımlamak için yüzlerce metrik geliştirilmiştir. Peyzajdaki desen-süreç ilişkisi hakkında anlamlı ölçümler üretmesinin yanı sıra pratik olan metrikler bu özellikleri nedeniyle biyolojik çeşitliliğin izlenmesinde ve mekânsal planlamada özellikle peyzaj parçalanmasını ve biyolojik çeşitliliği belirlemek için kullanılmaktadır (Frank ve Walz 2017). Ancak peyzaj ekolojisi disiplininde gelişen yeni yaklaşımlar ve gereklilikler doğrultusunda yeni peyzaj metrikleri üretilmekte ya da durumun belirlenmesi için en uygun metriklerin hangileri olabileceği belirlenebilmektedir (Çizelge 2.5).

Peyzaj metrikleri ile peyzaj yapısının iki temel karakteristiği ölçülmektedir kompozisyon ve konfigürasyon. Peyzaj kompozisyonu, mekânsal karakterleri veya düzenlemeleri dikkate alınmaksızın leke tiplerinin çeşitliliği ve oranı (bolluğu) anlamına gelmektedir. Kompozisyon metrikleri, leke tiplerinin sayısını (leke zenginliği), her bir leke tipinin oranının (sınıf alanı oranı) ve leke tiplerinin genel çeşitliliğini (örn., Shannon ve Simpson'ın çeşitlilik indisleri) ölçmektedir (Gustafson 1998). Peyzaj konfigürasyonu kompozisyonun aksine, peyzaj öğelerinin mekânsal karakterini, düzenini, konumunu veya yönünü anlamaya ve tahmin etmeye yardımcı olmaktadır. Konfigürasyon metrikleri leke şekli, kompaktlık, aynı sınıftaki lekeler (en yakın komşu

mesafesi) arasındaki mesafe, kümelenme ve leke kenarları boyunca zıtlık derecesi gibi özelliklerin ölçülmesinde kullanılmaktadır. Peyzaj kompozisyonu ve konfigürasyonu ekolojik süreçleri hem bağımsız ve hem de etkileşimli olarak etkilediği için bir metrik ile peyzaj deseninin hangi bileşeninin nicelleştirildiğini anlamak özellikle önemlidir (McGarigal vd. 2002).

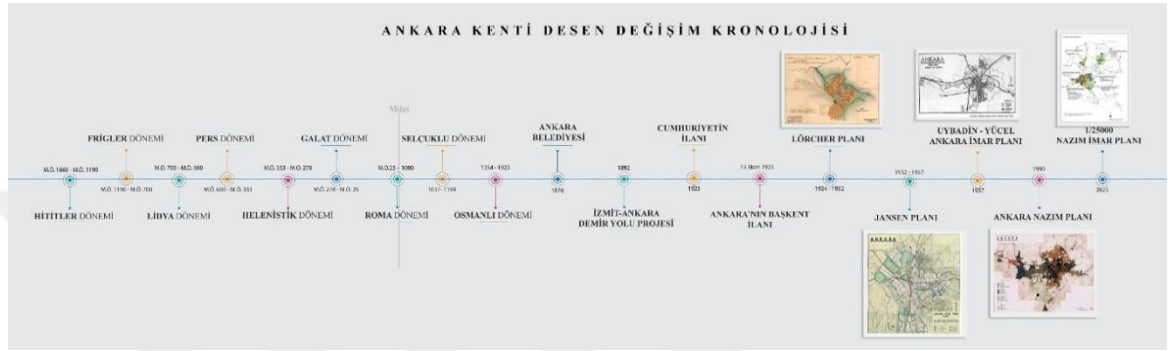
Çizelge 2.5 Biyolojik çeşitlilik değerlendirmeleri için peyzaj metrikleri (Frank ve Walz 2017)

<b>Biyoçeşitliliğin boyutları</b>		
Shannon's diversity index, Patch density	Desen heterojenliği ve çeşitlilik	Peyzaj çeşitliliği
Shape index	Doğal koşullar	Tür çeşitliliği
Proximity index, Nearest neighbour index	İzolasyon Habitat bağlantılılığı	Tür çeşitliliği
Effective mesh size	Parçalanma	Tür çeşitliliği
<b>Önleyici Servisler (Provisioning service)</b>		
Total patch area (of arable land)	Yiyecek ve gıda üretimi	Yiyecek ve gıda
Total patch area (of forested/arable land)	Biyokütle üretimi	Biyokütle
Total patch area of lakes	Yiyecek (Balık)	
<b>Düzenleyici Servisler (Regulating service)</b>		
No. / length of landscape elements (hedges, tree lines)	Yüzey akışı nedeniyle oluşan toprak erozyonu	Mass flow
Edge length (of hedges, forestsveother ecotones)	Polenleşme için habitat koşulları (Kenar/saçak yapıları)	Polenleşme
Shannon's diversity index / Heterogeneity of agricultural areas	Nüfus gelişimi	Zararlıların Kontrolü

#### 2.4 Ankara'da Kentsel Büyüme Süreci

Bu alt bölümde, Ankara kentinin planlama süreci ile ilgili 1838-2023 arası dönemlere ait planlar ve Ankara'da kentleşme sürecine ilişkin üretilmiş yayınlar incelenmiştir.

**Ankara’da kentleşme süreci;** Ankara, Cumhuriyet Dönemi’nde yoktan var edilen bir model başkent olarak ortaya çıkmamış, topografik yapının sağladığı olanaklara sahip az sayıda kentten (İstanbul, Mardin, Erzurum, Maraş, Kayseri, Bursa gibi) biri olarak ve önemli savunma ve tarım olanakları sahip tarihi Paleolitik Döneme uzanan önemli bir Anadolu kentidir (Akçura 1971, Aydın vd. 2005). Ankara’da kentleşme süreci iki dönem altında incelenmiştir (Şekil 2.3).

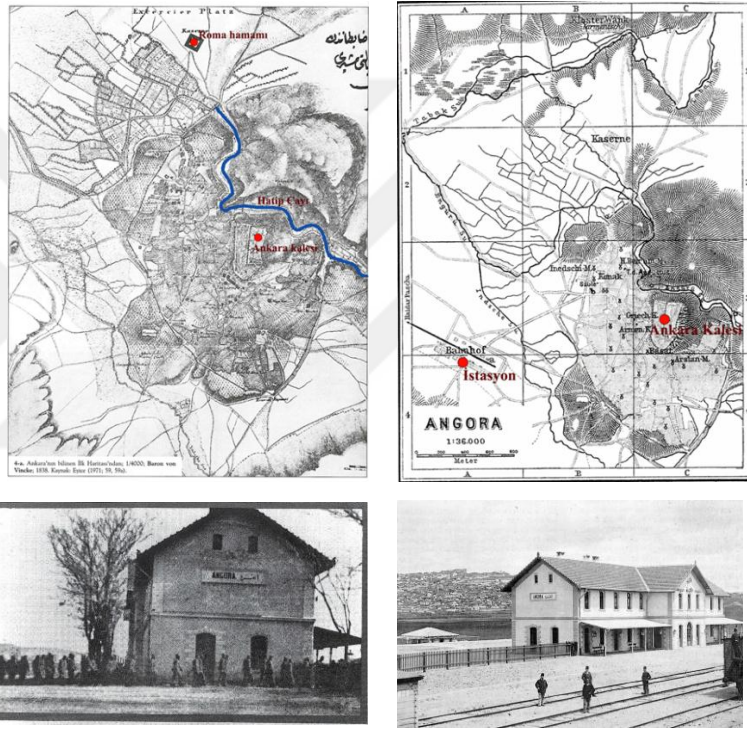


Şekil 2.3 Ankara kenti desen değişim kronolojisi

**Cumhuriyet öncesi;** Ankara, Prehistorik yerleşimlerin yoğun olarak bulunduğu, sonraki dönemlerde sırasıyla Friglerin, Lydialılar, Persler, Galatlar, Romalılar, Bizanslılar, Selçuklular ve Osmanlı egemenliğinde önemli bir kent olarak varlığını sürdürmüştür (Aydın vd. 2005). Cumhuriyet öncesi Ankara’ında kentleşme adına, yaşanan en büyük kırılma, 1876 yılında kurulan Ankara Belediyesi ile başlamıştır. Belediye özellikle, şehircilik çalışmalarına önem vererek, demiryolu projesi, şose yolların tamamlanması, kentte bir “memleket bahçesi” yapılması, şehir içi yolların yapılması, İzmit-Nallıhan yolunun yapılması ve kent çevresinin ağaçlandırılması gibi hedefler koymuştur. Bu tarihten sonra kentte yaşanan ikinci kırılma, 1892 yılında, tamamlanan İzmit- Ankara hattı demiryolu projesi ile yaşanmıştır. Demiryolu projesi ile kentte ekonomik bir canlılık başlamış ve Demiryolu ile ticaretin ve sanayinin gelişeceğine olan inanç kentte emlak ve arazi fiyatlarının artmasına neden olmuştur. Arazi ve emlak fiyatlarında %30-40, istasyon ve demiryoluna yakın arazilerde ise %1000'lere varan artışlar olmuştur. Demiryolunun faaliyete başlamasıyla tarım ticarileşmiş, öte yandan imar faaliyetleri hızlanmıştır. İzleyen yıllarda belediye kentteki su sıkıntısını gidermek için çalışmalar yapmış, bir yandan da sıtma hastalığına karşı

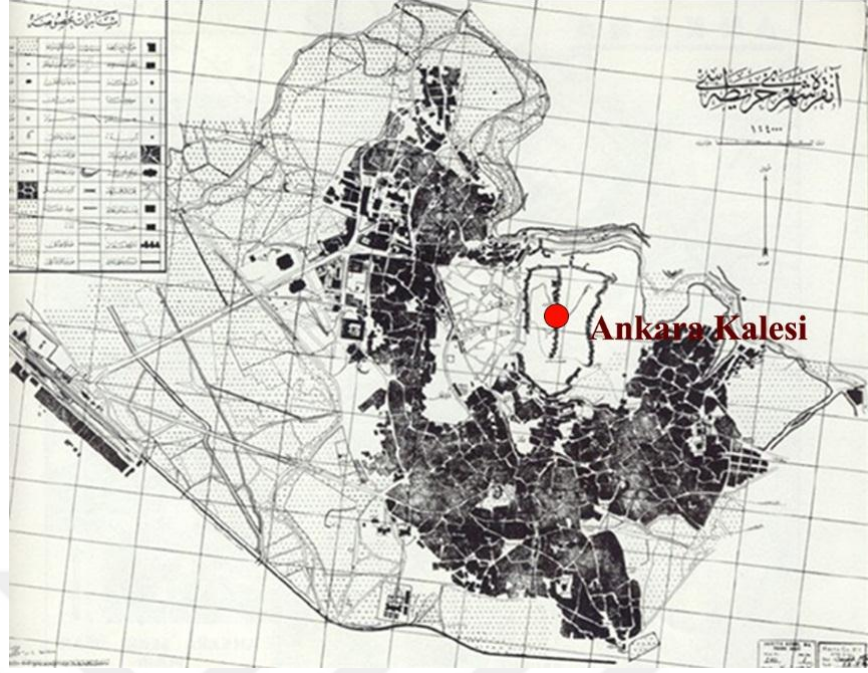
bataklıkları kurutup, tren istasyonuna giden yollara ağaç dikimi yapmaya başlamıştır (Aydın vd., 2005).

1838 Dönemi'nde Baron von Vincke planı (Şekil 2.4) uygulama olanağı bulamamış ancak Ankara için ilk bütüncül plânlama deneyimi olarak kabul edilmiştir. Bu plan kentsel mekâna ilişkin kararları Türk imar sisteminin ilk yasal düzenlemesi ve yazılı metni olarak 25 Haziran 1839 tarihli Tanzimat İlmühaberi'nin yasal çerçevesini biçimlendirmiştir (Özcan 2006).



Şekil 2.4 Ankara 1839 tarihli von Vincke planı (sol üst), Ankara 1892 garının konumu (Sağ üst), Gara ilişkin fotoğraflar (Saner 2014)

1920'li yılların başlarında yayınlanan Ankara Planı'na göre (Şekil 2.5) yerleşim bölgeleri kuzey ve güneydoğu aksında mevcut iken, güneybatı aksı yerleşmeye açılmamıştır (Saner, 2014).

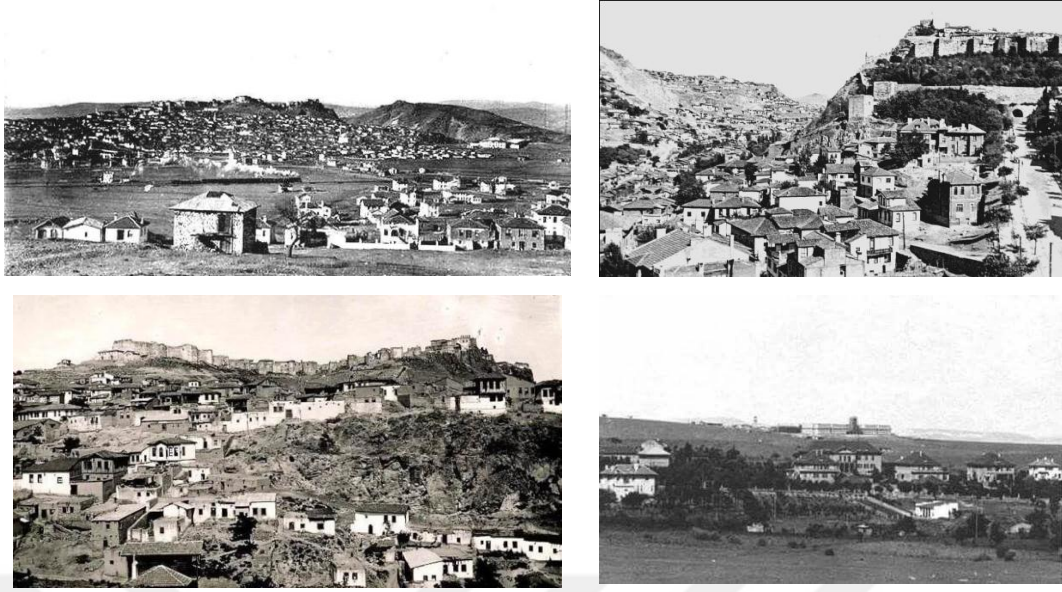


Şekil 2.5 1920 Ankara Planı (Saner 2014)

**Cumhuriyet Dönemi;** Bu dönem içerisinde Ankara kentin desen değişimindeki ana kırılma Avrupa ülkeleri ve Türkiye içerisindeki çeşitli çevrelerce alt yapı ve sosyal hayatın olmaması gerekçesi ile dirençle karşılanmasına rağmen 20 Nisan 1924'te Ankara'nın başkent ilan edilmesi ile başlamıştır. Cumhuriyetin kurucuları tarafından tüm ülke için model bir kent örneği olarak kurgulanan Ankara'da bur kurgunun hayata geçirilmesi ve kent için en önemli sorunlardan olan konut sorununun önlenmesi için 16 Şubat 1924'te 417 Sayılı Kanun'la, (Ankara Şehremaneti Kanunu) imar çalışmalarını başlanmıştır. Bu kanunun en önemli etkisi Ankara belediyesi'nin İç İşleri Bakanlığı'na bağlanması ve Ankara Belediye'sine kamulaştırma yetkisi vermiş olmasıdır. Ankara Belediye'sine verilen kamulaştırma yetkisi kentin desen değişiminde önemli derecede yönlendirici olmuştur. Kanunla, Ankara kent merkezi daha güneye bugün Yenişehir ismi ile anılan bölgeye kayarken, bu bölgedeki bataklık ve mera alanları yerleşim alanı olarak belirlenmiştir. Bununla birlikte başkent olmanın verdiği cazibe ile kent nüfusu hızla artarken Ankara'nın en önemli sorunu konut sorunu olmaya devam etmiştir. Hızlı nüfus artışı ve kentsel büyüme sorununa artık Ankara Şehremaneti Kanunu cevap veremez duruma gelmiştir (Aydın vd. 2005).







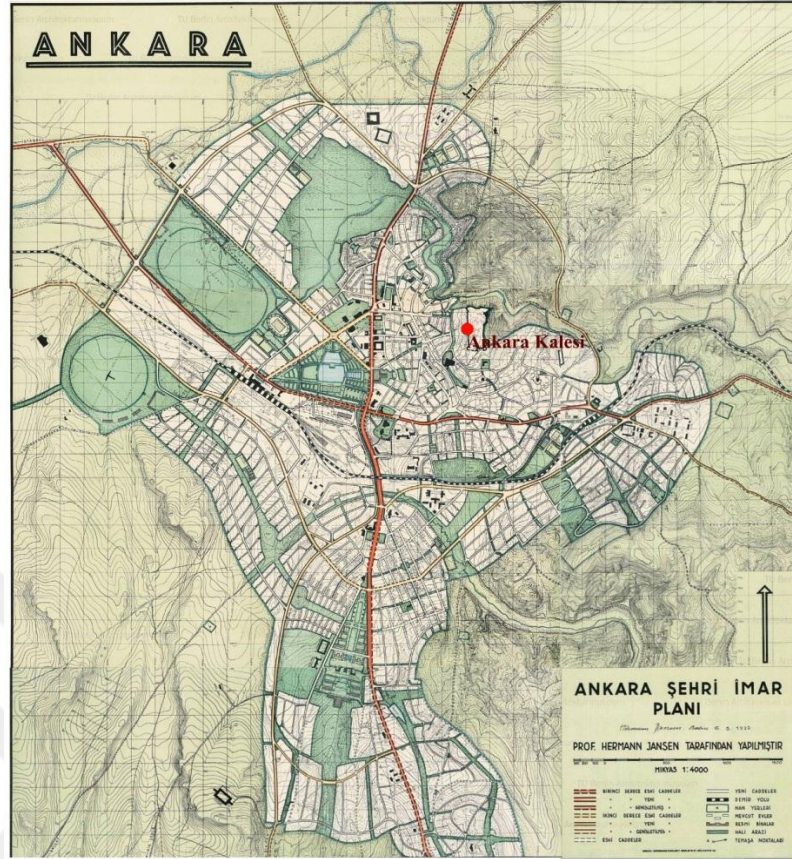
Şekil 2.7 Ankara genel görünüm 1920’li yıllar (sol üst), Ankara kalesi yerleşim alanları 1930’lu yıllar (sağ üst, sol alt), 1930’lu yıllar Kavaklıdere bölgesi (Fotoğraf Günlükleri 2019)

1929 yılında Ankara Plan yarışması sonuçlanıncaya kadar geçen sürede Löcher planı Ankara kentin planlanmasında başvurulan tek plandır. Löcher planı sadece yerleşik bölgelerin tanımlanmasında öte, kent ilişkin parsel büyüklükleri, kat yükseklikleri, ulaşım ağları ve altyapıyı düzenlenmesine ilişkin öneriler getirmektedir (Cengizkan 2004).

Löcher planı sonrasında Ankara kentin bütüncül bir planlanma yaklaşımı ile ele alınması süreci Jansen Planı ile başlamıştır. Jansen Planı kentsel açık ve yeşil alan sistemlerini dikkate alarak oluşturulan bir kent makroform öngörüsüne sahiptir (Ankara Büyükşehir Belediyesi 2019).

**Jansen Planı (1932-1957) Dönemi;** 1929 yılında sonuçlanan uluslararası yarışmayı kazanan Jansen Planı, 1932 yılında Türkiye Büyük Millet Meclisi tarafından onaylanarak yürürlüğe geçirilmiştir. Jansen Plan’ı büyük ölçüde Lörcher’in yaptığı planlara dayanmaktadır. Bu nedenle Lörcher Plan’ında olduğu gibi kentin büyüme yönü Kent merkezinin güneyine Mustafa Kemal Atatürk’ün ikamet ettiği Çankaya yönüne doğru gerçekleşmiştir. Jansen, planında Ankara kentini 15 Km<sup>2</sup>’lik bir alan üzerinde kurulu çok katlı yapılara izin verilmeyecek şekilde ve 1978 yılına kadar en çok 300.000

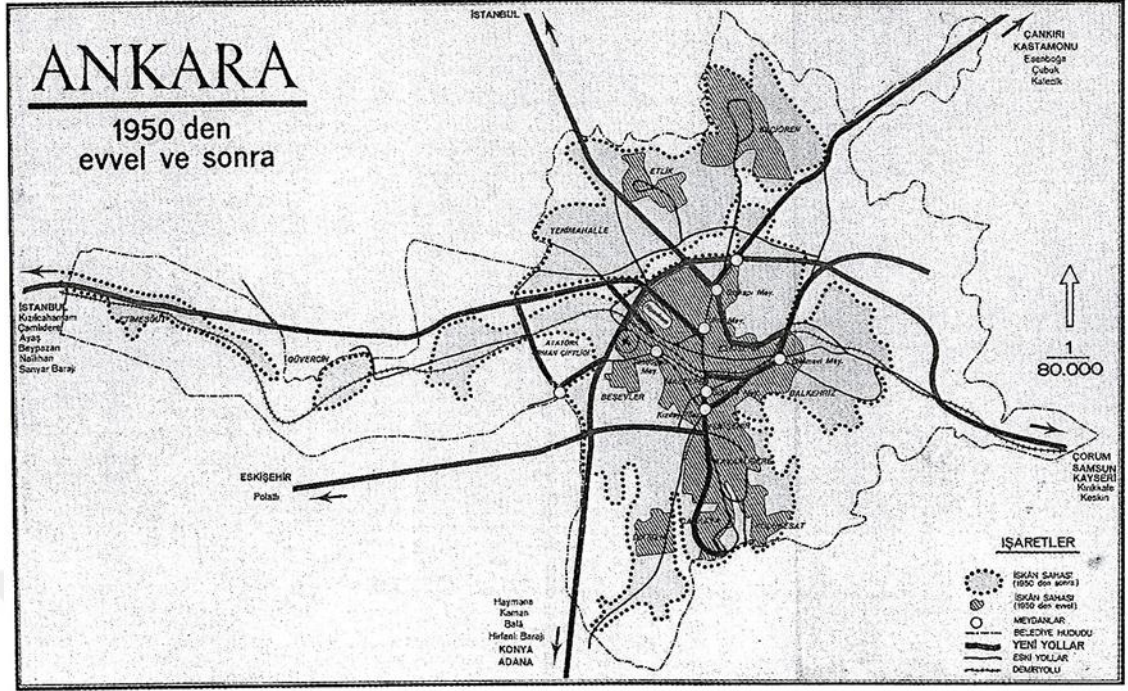
kişinin ikamet edeceği düşük yoğunluklu bir kent olarak kurgulanmıştır. Ankara Belediyesi, Löcher Planı'nın devamı niteliğindeki Jansen Planı'nı büyük ölçüde kabul ederek uygulamıştır (Şekil 2.8). Planda Jansen eski Ankara kent merkezine fazla müdahale etmeksizin Yenışehir-Kavaklıdere bölgesinde memurlar için mahalleler Tandoğan, Bahçelievler ve Cebeci çevresini ise işçi mahalleri olarak tasarlamıştır (Yavuz 1980, Şenyapılı 2004, Duru 2012). Jansen planı, kentsel açık yeşil alan sistemlerini dikkate alarak kenti doğu batı ve kuzey güney yönlerini birbirine bağlayan yeşil bağlantılılık sistemini öngörmüştür. Jansen'in ortaya koyduğu bu yaklaşım kenti orta-düşük yoğunluklu bir bahçe kente dönüştürme hedefini ortaya koymaktadır. Ankara Şehri İmar Müdürlüğü tarafından 1937 yılında uygulanmaya başlayan bu plan, kentte yaşanan hızlı göç dalgasını kontrol edemediğinden, Jansen Planı öngörüsüne göre 1978 yılında hedeflenen 300.000 kişilik nüfus rakamına, öngörüden yaklaşık 30 yıl önce ulaştığı için (1945 yılında 225.000, 1950'de 288.000) yetersiz kalmıştır (Ankara Büyükşehir Belediyesi, 2019). Bu tarihten itibaren kentte yaşanan konut sıkıntısı, Bahçelievler, Tandoğan ve Cebeci bölgelerinde oluşturulması planlanan işçi mahalleri cabalarını yetersiz kılarak, kent çeperlerinde gecekondu bölgelerinin oluşmasına neden olmuştur. Kentin çeperlerinde yaşanan gecekondulaşma eğilimi izleyen yıllarda devam ederek kent makroformunun yağ lekeli formunu almasını sağlamıştır (Duru 2012). Jansen Planının hızlı nüfus artışı konusunda yetersiz kalması sonucunda 1957 yılında Yücel Uybadin tarafından 1957 Uybadin Planı yapılmıştır. Uybadin Planı Jansen Planı yaklaşımını benimseyen bir planlama yaklaşımı öngörmüş ancak özellikle 1950'lü yıllarla Ankara'da yoğunluk kazanan gecekondu problemini göz ardı etmiştir.



Şekil 2.8 Jansen Planı 1932 (Cengizkan 2004), 1940'lı yıllar Kızılay meydanı (sol alt), Atatürk Bulvarı (alt orta), Cumhuriyet bulvarı (sağ alt) Fotoğraf Günlükleri 2019) (Fotoğraf Günlükleri 2019).

**Yücel Uybadin Planı (1957);** Uybadin Planı 1950'li yılların ikinci yarısı gibi Ankara'daki kentsel nüfus artış hızının Türkiye genel nüfus artış hızından çok daha hızlı olduğu bir dönemde Ankara kenti için bir plan öngörmüştür. Kentin bu denli hızlı bir nüfus yığılmasına sahne olduğu bu dönemde, 1932 onaylı ve 300.000 nüfus öngörülü Jansen Planı dönemiyle girilmiş olması, 1950'ler geçildiğinde bu öngörüğü geçen nüfusun konut sorununun çözümlenmesinde marjinal yöntemlerin gündeme gelmesine ve rastgele çözümlerin kentsel mekânı da biçimlendirmesine yol açmıştır. Uybadin Planı Ankara kentinin doğusundaki banliyö hattı sonundaki Kayaş bölgesinden,

kuzeybatı doğrultusunda Etlik bölgesinde, diğer taraftan Çankaya bölgesinin güneyindeki Dikmen çevresinde başlayan gecekondulaşma eğiliminin başladığı bu özel dönemde (ki Jansen Planı kapsamında bu bölgeler kentleşmenin olmayacağı alanlar olarak tanımlanmıştır) kent için bir plan öngörüsünde bulunmuştur. Bu özel dönemde Ankara sınırlı kamu kaynaklarının, kentsel altyapı, konut ve iş sorunu gibi sorunların çözümünde yetersiz kaldığı ve kamunun yetersizliğini, gecekondulaşarak konut sorununu çözen, dolmuşlar ile ulaşım sorununu çözen ve işportacılık yaparak iş sorununu çözen kente göç yığınların çözdüğü bir dönem olmuştur. Bu döneme kadar planlar ile yönlendirmeye çalışan “modern Türkiye’nin temsil mekânı” olarak kurgulanan Ankara kenti için kentsel mekânın kontrolsüz gelişimini tekrar kontrol altına alabilmek amacıyla, acil bir planlama çalışması yapılması gerekliliği tespit edilmiş ve 1957 yılında onaylanan Nihat Yücel-Raşit Uybadin Planı devreye sokulmuştur. Plan Jansen’in öngördüğü 1.5 Km<sup>2</sup>’lik yerleşik alanı 5.7 Km<sup>2</sup>’ye çıkarmıştır. Aradaki fark gecekondu bölgelerinin nedenli büyük bir alanı kapladığını göstermektedir (Şekil 2.9). Kentin bu denli büyük bir göç ve nüfus baskısı altında kamu kaynaklarının nüfusun gereksinimlerini karşılayacak arsa üretimi, çalışma alanı oluşturulması ve teknik ve sosyal altyapı unsurlarının hayata geçirilmesi anlamındaki açmazlarının olduğu bu dönemde açılan ulusal yarışmayı kazanan Yücel- Uybadin Planı, kentin gelişimi için kent çeperlerindeki yayılmayı kontrol etmeye çalışan bütünlük bir makroform üretmeye çalışmıştır. Derişik bir makroform anlayışı ile oluşturulan bu plan, gecekondu bölgelerinin bulunduğu alanlarda orta ve yüksek yoğunluklu kentsel gelişmeyi de beraberinde getirmiştir. Kentin batı ve doğu uçlarında oluşan çalışma alanları banliyö hattını ilişkilendirecek konut bölgeleri oluşturarak bu alanları kente entegre etmeye çalışmıştır. Uybadin planında kentin geometrik merkezi Sıhhiye-Kızılay doğrultusunda gelişmiştir. Yeni kent merkezi için merkezi iş alanı oluşturma iddiası olmayan Uybadin Planının günümüzde merkezi iş alanlarında yaşanan birçok sorunun da hazırlayıcısı olduğu ifade edilmektedir.



Şekil 2.9 1957 Nihat Yücel-Raşit Uybadin Planı (Saner 2014)

Lörcher ve Jansen Planlarının 2 katlı bahçeli evlerden oluşan düşük yoğunluklu yerleşim alanı olarak öngörülen Yenışehir bölgesinde Uybadin Planı çok katlı gelişime izin vererek mevcut yol genişlikleri ve altyapıyı görmezden gelerek hem kentin görünümünü hem de kentin merkezinden başlayarak, altyapı sorunları çözülmemiş yerleşim bölgelerinin yapısını değiştirmiştir.

Yücel-Uybadin planının kentsel sistem ve makroformun biçimlenmesi bağlamındaki en temel öngörüsü, bugün de kentin en temel ulaşım omurgasını oluşturan Konya-Samsun Yolu olarak adlandırılan çevre yolu öngörüsüdür. O dönem için kenti kuşaklayan ve Mamak yönünden Etilik, Ulus ve Bahçelievler, Balgat üzerinden Konya yönüne ulaşan bu yol sistemi öngörüsü, geçtiği güzergahlardaki planlı ve plansız konut gelişimlerinin de hizmet aldığı önemli bir ivme olmuş ve kent makroformuna biçim veren temel bir perde niteliği de taşımıştır. Belediye sınırları ile sınırlanan bu planın, onayından sonra hemen onay sınırına bitişik kaçak yapılaşma eğilimleri de kendisini göstermiştir. Buna en temel örnek olarak belediye sınırının batı ucunda önemli bir sosyal konut bölgesi olarak hayata geçirilen Yenimahalle'nin batı ve kuzeybatısındaki gecekondular ve kaçak yapılaşma eğilimleri gösterilebilir. Demetevler, Karşıyaka ve giderek Şentepe yöresinde

başlayan ve bu yerleşimlerin belediye sınırı dışında kalmasının da bir etmen olduğu ve Yenimahalle ilçesindeki gelişime benzer olarak Keçiören, Altındağ ve Mamak ilçelerinde de Önder, Ulubey, Tuzluçayır, Akdere, Öveçler, Sokullu gibi bölgelerde gecekondulaşma eğilimi kendisini göstermektedir. Bu plan ile, oldukça yoğun ve görece homojen 750.000 nüfuslu bir kent olarak tasarlanan Ankara’da, bu planın 1987 yılı için tanımladığı nüfus öngörüsüne de 1965 yılına gelmeden ulaşılmış, sürekli bir yoğunluk artışı talebi, kentin yerleşik alanlarında bugün de çözilemeyen sorunların hazırlayıcısı olmuştur. Belediye sınırı dışındaki gecekondulaşma eğilimleri, bugün bile dönüşmemiş önemli gecekondu bölgelerinin önerilen çevre yolunun kuzeyi başta olmak üzere, Şentepe, Esertepe, Aktepe, Zerdalitepe vb. hazine arazilerinin bulunduğu tepelerde ve Keçiören, Mamak, Önder vb. kenti her yönden çevreleyen yeni yerleşimlerde oluşumunu hazırlamış ve bu süreç “yağ lekesi” gibi büyüyen bir kent makroformu kente biçim veren temel unsur olmuştur (Ankara Büyükşehir Belediyesi 2019).

**1990 Nazım Planı:** 1950-1980 yılları arasında şehircilikte modernizme alternatif bir proje geliştirilmemiş ve kent topraklarında özel mülkiyet ve kentsel ranttan yararlanma isteği nedeniyle planlar uygulanamamıştır. Ankara’da hızlı nüfus artışının değerlendirilmesi için 1969 yılında kurulan Ankara Nazım Plan Bürosu 1:50.000 ölçekli Nazım Planı üretmiş ancak plan değişikliğinde siyasi kanalların işlemleri üzerine büro 1983’te kapatılmıştır. Büro o yılların en önemli sorunu olan hava kirliliği üzerine odaklanırken 35 ayrıntılı plan çalışması yapmıştır. Ancak bu çalışmalardan sadece beşi Yücel-Uybadin Planı içindeki alanla ilgilidir. Bu çalışmanın amacı plan dışı yeni alanları yönlendirmek ve batı koridorunu düzenlemektir. Belediye 1977-80 yılları arasında kendi Planlama Birimi’ni kurarak yeni alanlarla ilgili planlama çalışmalarına başlamıştır. Nazım Plan Bürosu kapatıldıktan sonra Ankara Büyük Şehir Belediyesi kapsamında kurulan ve Ankara İmar Müdürlüğü’nü bünyesine alan Metropolitan Planlama Dairesi planlama çalışmalarına devam etmiştir. 1980’li yıllardan sonra gecekondulaşma devam etmiş, kent çevresinde kamu arazisi tükenmiştir. Konut inşaat sektörünün girdiği bunalım 2487 sayılı (1981) ve 2985 sayılı (1984) Toplu Konut Yasası ile aşılacak istenmiştir. Bu kanun kapsamında Ankara’da ilk kurulan yerler Elvankent ve Eryaman yerleşimleridir. Toplu konut yasası gereği toplu konut alanları

için yer seçimi kent çeperlerindeki kamu arazileri üzerinde belirlenmiştir (Aydın vd. 2005).

Ankara 1990 Nazım Planı, bir imar planı deneyiminden çok, “yapısal plan (structure plan)” denebilecek yönlendirici bir çerçevenin ışığında, ayrıntılı planlama çalışmalarının yapıldığı, yeni bir planlama anlayış ve sürecini gündeme getirmiştir (Tekeli 1986).

1970’lerin ilk yarısında hazırlanmaya başlanılan nazım plan ile, 10 yıla yakın bir süreyle kentteki gelişmeler izlenerek Ankara Belediye Sınırları dışındaki gelişmelerinin yönlendirmesinde başarı sağlanmış ve sorunlar doğru teşhis edilerek gerçekçi çözüm önerileri geliştirilmiştir. 1990 Nazım Planı’nda 1990 yılında nüfusun 2,8 milyon (düşük yoğunluklu göç) ve 3,6 milyon (yüksek yoğunluklu göç) öngörüsüyle iki yaklaşıma göre planlama çalışmaları yapılmıştır (1990 yılında Ankara nüfusu 2,5 milyondur). 1990 Nazım Planı’nın temel amacı, kuzey-güney aksında devam eden kentsel gelişmenin batıya açılan bir koridorla kentin topografik çanağı dışına çıkmasını sağlayarak hava kirliliğinin daha az olduğu alanların yerleşime açılmasıdır (Şekil 2.10). Nazım Plan Bürosu, büyük konut ve sanayi bölgelerinin kentin batısında gelişme eğilimini başlatarak Batıkent, Eryaman ve Sincan gibi toplu konut alanları ile Ostim ve Sincan organize sanayi bölgelerini batı aksında planlayarak kentin gelişimini İstanbul yoluna yönlendirmiştir. Ancak 1990 Nazım Planı onandıktan sonra Karayolları Genel Müdürlüğü’nce dairesel bir sistemle projelendirilen Ankara Çevreyolu kentin makroformu ve jeomorfolojik yapısıyla çelişen ve korunması gereken doku ve kuşakların yapısını bozarak bu alanlarda spekülasyonla gelişime yola açarak planın yapısını önemli ölçüde bozmuştur.



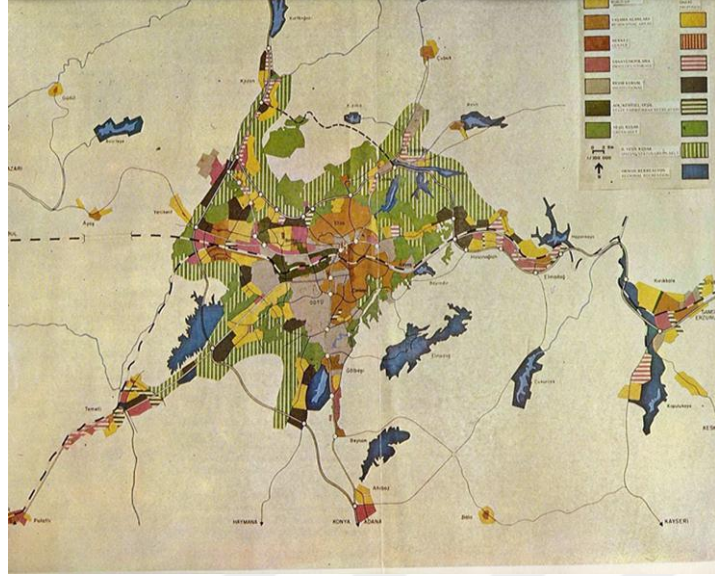


Şekil 2.10 1990 Ankara Nazım Planı (Ankara Büyükşehir Belediyesi 2018)

1990 Nazım Planı'nın onanması kısa bir süre sonra plan üzerinde yapılan değişiklikler, ilave nazım planları, gecekondu bölgelerinin düzenlenmesine yönelik İslah İmar Planlama Çalışmaları ve belediye mücavir alanı sınırındaki parçacı planlama yaklaşımları planı giderek işlevsiz hale getirmiştir. 1983 yılından sonraki dönemde 3030 sayılı Kanun ile yeni bir yönetim düzenlemesine gidilerek metropolitan ölçeğe ulaşan Ankara kentinde Ankara Büyükşehir Belediyesi, Altındağ, Çankaya, Keçiören, Mamak, Yenimahalle ilçe belediyeleri kurulmuş ardından Sincan Etimesgut ve Gölbaşı belediyeleri metropolitan ölçeğe dahil edilmiştir. Büyükşehir belediyesi sınırları Ankara'nın metropoliten etki alanından küçük olup 35-40 km'lik etki alanı içerisinde Kazan, Hasanoğlan, Elmadağ, Çubuk, Kutludüğün, Akyurt, Pursaklar, Bağlum, Karagedik ve Yenikent olmak üzere bağımsız belediyeler bulunmaktaydı. Bu bağımsız belediyelerdeki gelişmeleri yönlendirmek ve Ankara Kentsel Ulaşım Projesine altlık oluşturması amacıyla 1986'da Orta Doğu Teknik Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümünde oluşturulan bir araştırma grubuna 2015 yılı hedef alınarak Ankara kent

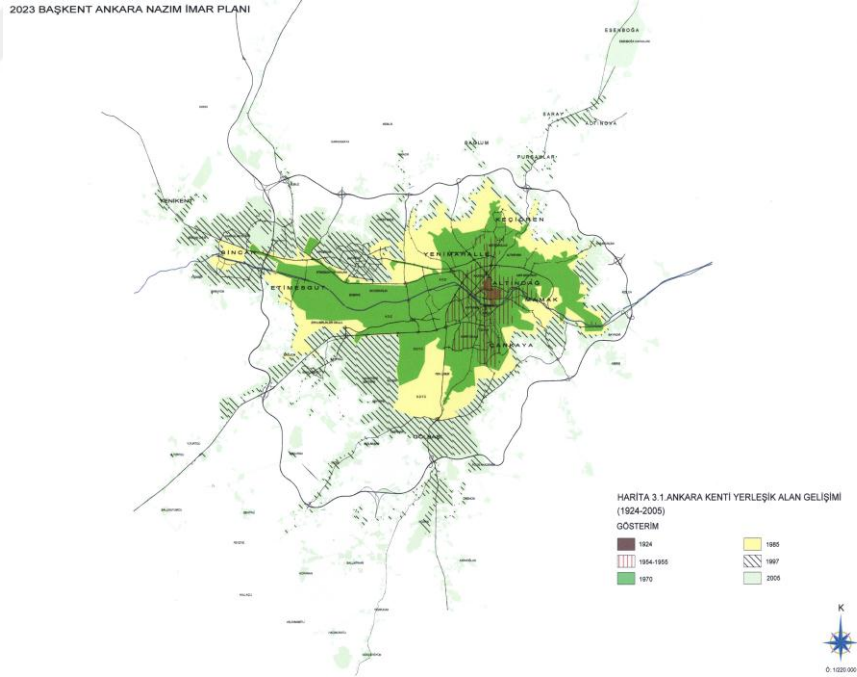
makroformu değişim süreçlerine ilişkin 1/100.000 ölçekte bir “Yapısal Plan” hazırlattırılmıştır. Bu planlama çalışması; başlangıçta Ankara Kentsel Ulaşım Projesi’nin gerektirdiği 2015 yılının makroformuna ilişkin girdi sağlamak gibi sınırlı bir amaçla başlatılmış olmakla birlikte 3194 sayılı İmar Kanunu’nun mücavir alan sınırları dışarısında planlama yetkisini Valiliklere vermesiyle, Valilik, Belediye ve Bayındırlık ve İskân Bakanlığı arasında bir eşgüdüm sağlanması gerekliliği 2015 Ankara Yapısal Planı’nı kentin gelişmesine yön veren bir plan konumuna getirmiştir.

2015 Yapısal planında, 1990 Nazım Planı kararları korunmak ile birlikte Nazım Planın batı koridorunda gelişme stratejisine alternatif olarak kuzey, kuzeydoğu ve güney koridorlarında Ankara’nın gelişme eğilimi incelenerek Ankara için, çok merkezli bir yapılaşma öngörülmüştür (Şekil 2.11). Bu plan çerçevesinde, konut, işyeri ve kamusal alanlar kuzey, kuzeydoğu ve güney akslarına dağıtılmıştır. 2015 Yapısal Planında öngörülen kent makroformu, hem Ankara Büyükşehir Belediyesi ve mücavir alan sınırları içerisindeki belediyeler hem de Ankara Valiliği ve Bayındırlık ve İskân Bakanlığının 1990 Nazım Planında bir değişiklik yapmadan ve 50.000, 25.000 ve 5.000 ölçekli plan kararları olmaksızın parçacı planlama yaklaşımları ve uygulama çalışmaları ile önemli ölçüde değişmiştir. Kentin batı ve güney aksında parça parça planlar ile oluşturulan yeni konut alanları, ilçe belediyelerince İslah İmar Planı uygulamaları 2015 Yapısal Planı çerçevesinde öngörülen konut-işyeri dengesini bozmuştur. Ayrıca 2015 Yapısal Plan çalışmasında öngörülen yeniden merkezîleşmeyi gerçekleştirecek bir karalılık ve yönetsel bütünlük sağlanamamış, bu planda tanımlanan odak ve aksların olduğu bölgelerde, planın ilkeleri gereği olmayan spekülâtif arsa-arazi hareketlenmeleri meydana gelmiştir. Bu sürecin kentin bir saçaklanma, yayılma eğilimine girdiği yönündeki değerlendirmeleri de hazırladığı söylenmektedir.



Şekil 2.11 2015 Ankara Yapısal Planı (Ankara Büyükşehir Belediyesi 2018)

1924-2005 yılları arasında kent makroformunun gelişimi irdelendiğinde kentin yağ lekesi biçiminde büyüme eğilimi gösterdiği ve bu eğilimin planlarla bir makroforma oturtma yönündeki çaba ve arayışlar açıkça görülebilmektedir (Şekil 2.12).



Şekil 2.12 1924-2005 Ankara makroform değişimi (Ankara Büyükşehir Belediyesi 2019)

**2023 Planlama Çalışmaları;** Planlama çalışmaları, kentsel yönetsel sistemin, imar-planlamaya ilişkin yasal çerçevenin, kentsel dinamikler ve makroformun büyük değişimler geçirdiği bu aşamada, Ankara Metropolitan Alanı ve odağında yoğunlaşan sorunları çözebilmek, kent makroformunu etkileyen, kentsel altyapı hizmetlerine gereksiz ek yük ve darboğazlar getiren parçacı gelişmeleri durdurabilmek, bu uygulamalarla eş zamanlı ve eş koşullu olarak yoğunlaşan plan dışı gelişmeleri kontrol altına alabilmek amacıyla 2025 yılı erimli planlama çalışmaları da Büyükşehir Belediyesi'nce sürdürülmüş ve bu anlamda anakentin etki alanını genişleten yeni bir yetki alanı tanımlanmaya çalışılmıştır (Şekil 2.13). 2015 Yapısal Plan çalışmaları kapsamında yeniden merkezîleşme önerildiği Temelli, Ahiboz, Kazan Odaklarına dek uzanan ve yaklaşık 202.000 hektar alana ulaşan yeni bir mücavir alan belirlenmiş ve bu sınır, 07.02.1994 tarihinde Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'nca onaylanmıştır. Bu sınır onaması ardından anılan Bakanlık ve Büyükşehir Belediyesi arasında “güneybatı Ankara” için sınır ve plan bazında bir dizi dava yaşanmıştır. Bu dönemde, davalı mücavir alan bölümlerini de içeren 1/25.000 ölçekli Güneybatı Ankara Gelişme Aksı ve Yakacık-Yuva Çevre Düzeni Nazım İmar Planları 14.03.1995 tarihinde Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'nca ve her iki plana ait 1/5.000 ölçekli Nazım İmar Planları etaplar halinde Ankara Valiliği'nce onaylanmıştır. Yargı süreçlerinin Büyükşehir Belediyesi lehine sonuçlanıp, iptal edilen mücavirin Büyükşehir Belediyesi'ne iadesi ve bu alanda Bakanlıkça yapılan planların iptali, bölgede oluşmuş sorun, beklenti ve spekülasyonların giderilmesine yetmemiştir.

Bu dönemde, anakentlerin yönetimini belirleyen yasal çerçevede de önemli uygulama güçlükleri ve anlaşmazlık konuları tanımlanmıştır. Etki alanındaki yerleşmelere ilişkin karar üretemeyen ve mücavir alan ile sınırlanan bir düzenleme getiren 3030 sayılı Kanun ile hem metropoliten ilişkiler kontrol edilememiş hem de mücavir alan sınırları içinde çok parçalı ve yeterli eşgüdümün uzak yetki dağılımı-karmaşası gündeme gelmiştir. Daha ötesi, anakent mücavir alanları içinde, 3030 sayılı yasa kapsamı dışında bırakılan “*Belde Belediyeleri*” oluşumuna göz yumulmuş, kent içindeki süreçleri ve gelişimi aktif etkilediği halde, kent bütünü sistematiğinden bağımsız ve herhangi bir üst ölçek kısıtlaması ve eşgüdümü olmaksızın plan uygulamaları yapabilen “*Özerk Belediyeler*” yaratılmıştır. Ankara örneğinde söz konusu belde belediyelerin özellikle



### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

#### 3.1 Materyal

##### 3.1.1 Veri yapısı ve veri kaynakları

Peyzaj deseninin zamansal değişiminin belirlenmesi ve kentsel büyüme dinamiklerinin modellenmesi için veri tasarımı biyofiziksel yapı, sosyo-ekonomik, altyapı ve arazi kullanım planları üzerinden geliştirilmiştir. Kentsel büyümenin neden olduğu peyzaj desen değişiminin tespit edilebilmesi için 1984, 2001 ve 2018 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılmıştır. Peyzaj desen değişiminin itici faktörlerinin belirlenmesi için nüfus yoğunluğu ve kişi başına düşen gelir gibi sosyo ekonomik veriler ile yükseklik ve eğim gibi biyofiziksel veriler; emsal oranları, spekülasyon gelişim varlığı gibi arazi kullanımına ilişkin politik veriler; aktif ekonomik merkezlere uzaklık, yola uzaklık vb. gibi altyapı değişkenleri kullanılmıştır. Ayrıca peyzaj deseninin iklim ile ilişkisinin tanımlanması için çok zamanlı arazi kullanım haritaları ve uydu görüntülerine ait termal bantlar üzerinden gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.1).

Çizelge 3.1 Veri özellikleri ve kaynakları

Veri türü	Ölçek	Veri kaynağı	
<b>Peyzaj desen değişiminin tespit edilmesi</b>			
Landsat TM, ETM ve OLI uydu görüntüleri (1984-2001-2018)	30*30 metre	USGS	
1957 Uybadın Planı, 1990 Ankara NİP, 2015 Yapısal plan, 2023 NİP	1/50.000	Ankara Büyükşehir Belediyesi	
<b>Peyzaj desen değişimi nedenlerinin belirlenmesi</b>			
Nüfus, yoksulluk oranı, işsizlik oranı, ortalama konut kirası vb. gibi sosyo ekonomik veriler (1984-2016)	2007 öncesi ilçe düzeyi	İlçe düzeyi	Türkiye İstatistik Kurumu
ASTER Level-1A Sayısal Yükseklik Modeli	30*30 metre	USGS	
Emsal oranları, spekülasyon gelişim varlığı, aktif ekonomik merkezlere uzaklık, korunan alan varlığı vb. gibi orman amenajman planları ve imar planlarından elde edilen arazi kullanımına ilişkin politik veriler	1/5.000-1/25.000 arasında farklı ölçeklerde	Ankara Büyükşehir Belediyesi	
<b>Peyzaj deseni iklim ilişkisi</b>			
Landsat TM, ETM ve OLI uydu görüntülerine ait termal bantlar (1984-2001-2018)	30*30 metre	USGS	

### 3.1.2 Çalışma alanı

Ankara İli, İç Anadolu Bölgesinin kuzeybatısında, 39°57' kuzey enlemi ile 32°53' doğu boylamları arasında kalan, Karadeniz ve İç Anadolu bölgeleri içinde yer almaktadır. Ankara'nın büyük bir bölümü İç Anadolu'nun kuzeybatısında, ilin kuzeyinde kalan küçük bir bölümü ise Karadeniz Bölgesi'nde yer almaktadır. Ankara kuzeyinde Çankırı ili, doğusunda Kırıkkale ve Kırşehir illeri, güneyinde Aksaray ve Konya illeri, batısında Bilecik ve Eskişehir illeri ve kuzeybatında Bolu ili ile komşudur. İlin toplam yüz ölçümü 26.326 km<sup>2</sup> ve deniz seviyesinden ortalama yüksekliği 900 metredir.

Ankara kuzey, kuzeydoğu ve doğusunda Kızılırmak Havzası; kuzey, kuzeybatı ve batısında Sakarya Havzası ve güneybatı, güney ve güneydoğusunda Konya Kapalı Havzası ile çevrilidir. Ankara'nın kuzey sınırı Kuzey Anadolu sıra dağ sisteminin bir parçası olan dağlar ile kaplı bir bölge iken güney sınırında Tuz Gölü çanağı, Kepez Ovaları ve Hacibekirözü gibi düzlükler bulunur ve bu düzlüklerde Karadağ, Karasimir Dağı, Paşa Dağı ve Teke Dağı yükselir. Orta kesimlerden kuzeye doğru yaklaştıkça Kuzey Anadolu sıra dağları ile irtibatları bulunan dağ sıraları belirir ve bunlar arasında İdris ve Elmadağları en önemlileridir. Güney Batı Kuzey-Doğu doğrultusunda Güre, Elma, İdris, Karyağdı-Mire-Aydos-Çile, Ayaş ve Hıdır dağ sıraları arasında çöküntü alanları ve kıvrılmalarından dolayı Balaban, Mogan Gölü, Çubuk, Mürted ve Babayakup Ovaları meydana gelmiştir.

Çalışma alanı Ankara il merkezi sınırları içerisinde Ankara 2023 Nazım İmar Planı (NİP) sınırlarını içine alan 1/100.000 ölçekli topografik haritaların H-28-29-30, I 28-29-30 ve J 28-29-30 numaralı paftalarını (1/25.000 ölçekli 99 pafta içinde) kapsamakta ve 13.478 km<sup>2</sup>'lik alanı kaplamaktadır (Şekil 3.1). Araştırma alanı sınırları içerisinde Akyurt, Altındağ, Ayaş, Bala, Çankaya, Çubuk, Elmadağ, Etimesgut, Gölbaşı, Kahramankazan, Kalecik, Keçiören, Kızılcahamam, Mamak, Pursaklar, Sincan ve Yenimahalle ilçeleri bulunmaktadır.





### 3.1.2.1 Biyofiziksel özellikler

Biyofiziksel özelliklerde alanın topoğrafik yapısı yükseklik, eğim ve bakı özellikleri; toprak yapısı büyük toprak grupları ve arazi kullanım kabiliyeti özellikleri ve hidrolojik yapı akarsu varlığı kapsamında irdelenmiştir.

**Yükseklik:** Çalışma alanındaki yükseklik 570-1980 metre aralığında ve ortalama yükseklik 1275 metredir. Çalışma alanının en yüksek bölgesi Kuzeybatı Anadolu Dağlarının içinden geçtiği kuzey bölgesidir. Yükseklik kuzeyden güneye doğru azalmaktadır. Çalışma alanı doğu batı yönünde kırık çanak formunda ve kent merkezi çanağın ortasındaki ovalarda yer almaktadır (Şekil 3.2).

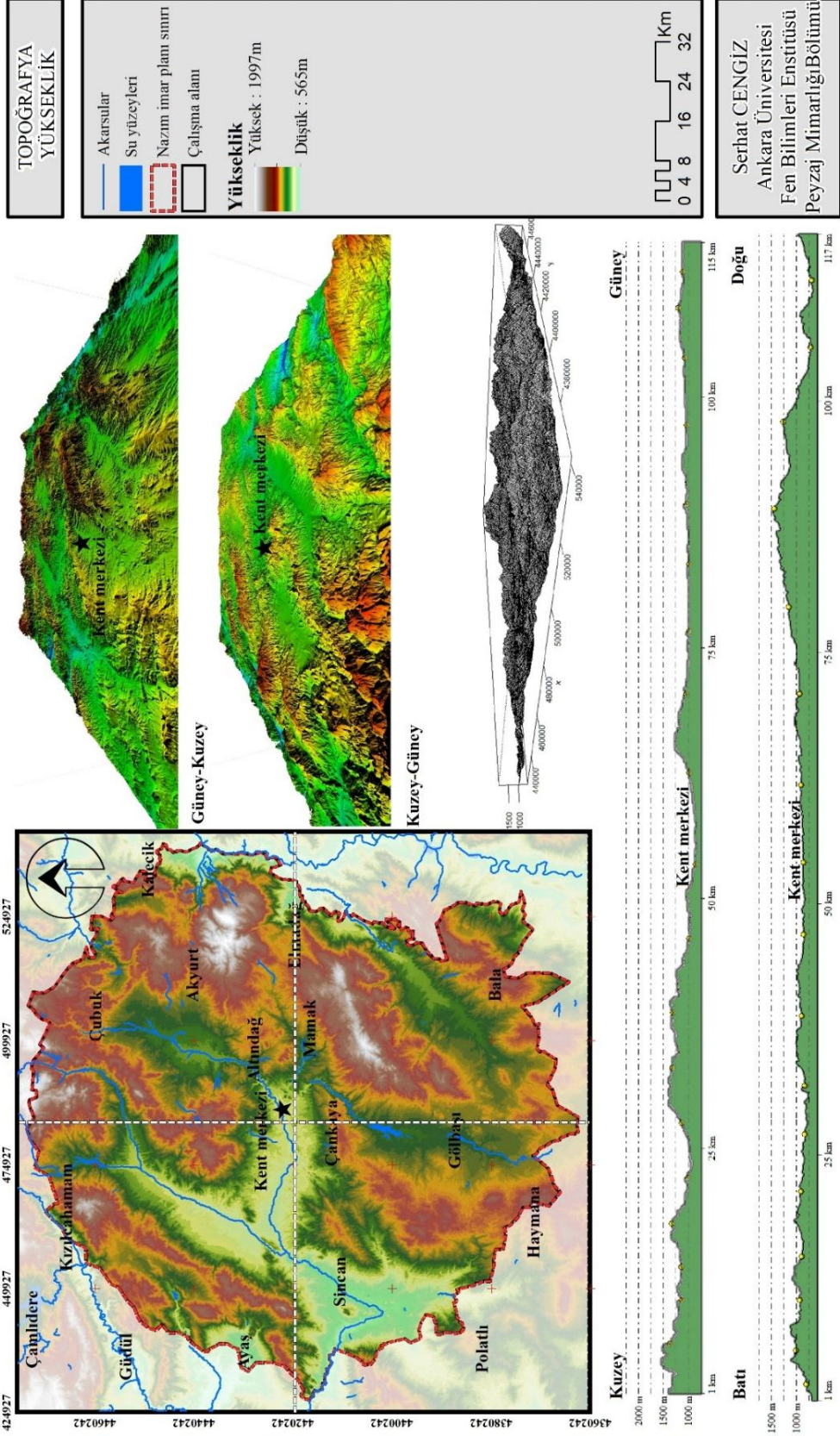
**Eğim:** Çalışma alanındaki eğim basamakları, % 0-2, %2-6, %6-12, %12-20, %20-30, %30'dan büyük olmak üzere 6 sınıfta gruplanmıştır. Çalışma alanındaki en baskın eğim sınıfı 3323 km<sup>2</sup> yüz ölçümüne sahip (alanın%24,6'sını kaplamakta) az eğimli alanlardır. Düz alanlar, tüm alanın %7,9'unu ve %30'dan fazla eğime sahip alanlar tüm alanın %10,9'unu kaplamaktadır. Çalışma alanının güneyinden, kuzeyine ve batısından doğusuna doğru eğim artmaktadır. Kent merkezi ve merkez bütünleşik konumdaki yerleşimlerde eğim ortalama %10 seviyesindedir (Şekil 3.3).

**Bakı:** Çalışma alanındaki hâkim bakar 1864,8 km<sup>2</sup> ile tüm alanın %13,8'ini kaplayan güneydoğu bakı alanlarıdır ve çalışma alanında en düşük bakar, tüm alanın %1,2'sini kaplayan düz alanlardır (Şekil 3.3).

**Büyük Toprak Grupları:** Çalışma alanındaki hâkim toprak tipi 8473 km<sup>2</sup>'lik alan ile tüm alanın %62,8'ini kaplayan kahverengi topraklardır. Çalışma alanındaki en düşük temsilde sahip toprak tipi, tüm alanın %0,02'sini kaplayan yüksek dağ çayır topraklarıdır (Şekil 3.4)

**Arazi kullanım kabiliyeti:** Çalışma alanındaki hâkim arazi yetenek sınıfı 5109 km<sup>2</sup>'lik alanla tüm alanın %37,9'unu kaplayan VII. sınıf arazilerden oluşmaktadır. Alandaki en düşük temsil tüm alanın %0,5'ini kaplayan V. sınıf arazilerdir. Çalışma alanındaki I. sınıf araziler tüm alanın %9,5'ini kaplamaktadır. Çalışma alanındaki sürekli kentsel dokunun %45'i II. sınıf araziler, %10'u I. sınıf araziler üzerinde yer almaktadır (Şekil 3.4)

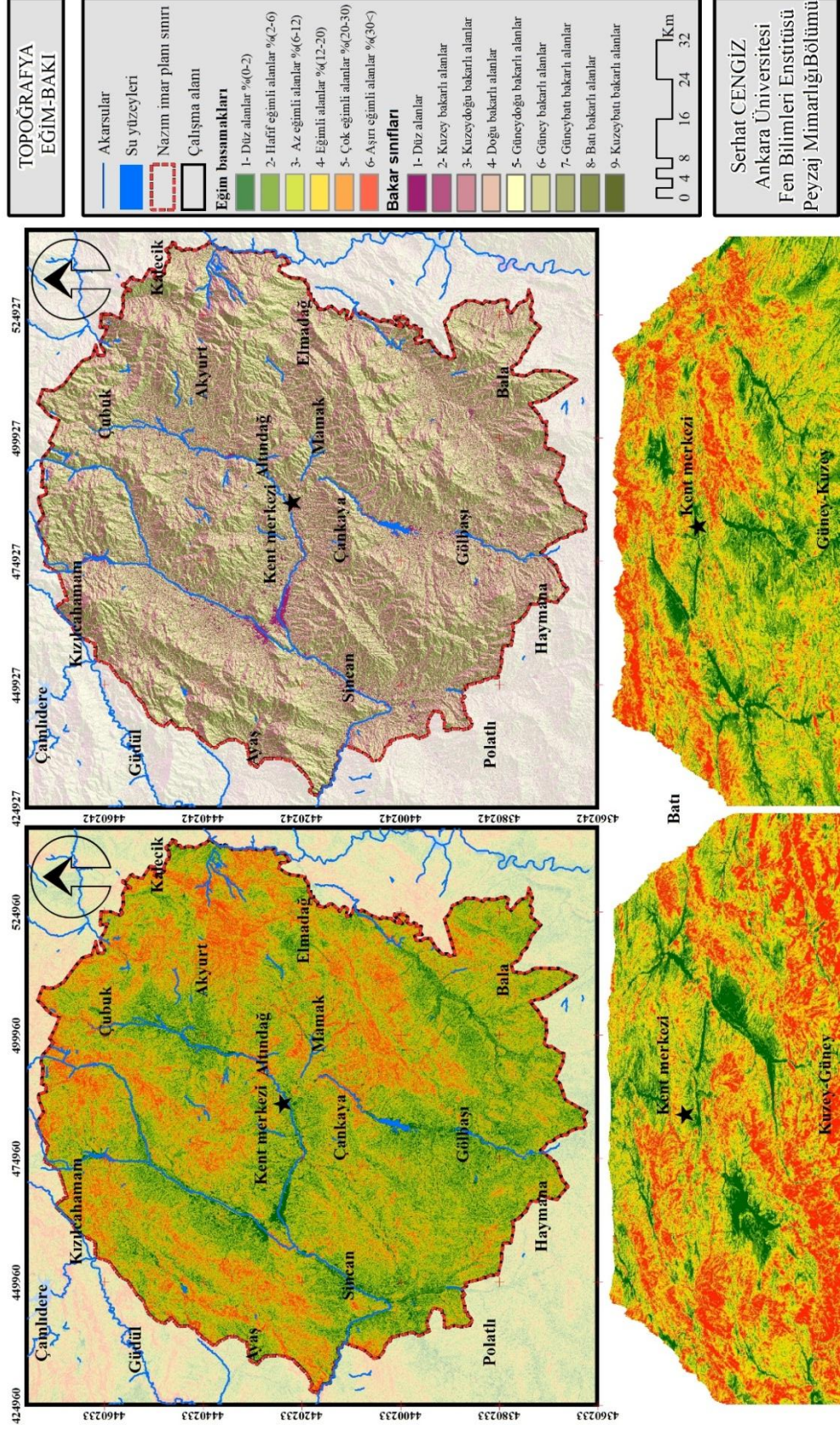
## KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



Serhat CENGİZ  
Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Peyzaj Mimarlığı Bölümü

Şekil 3.2 Yükseklik değişimi

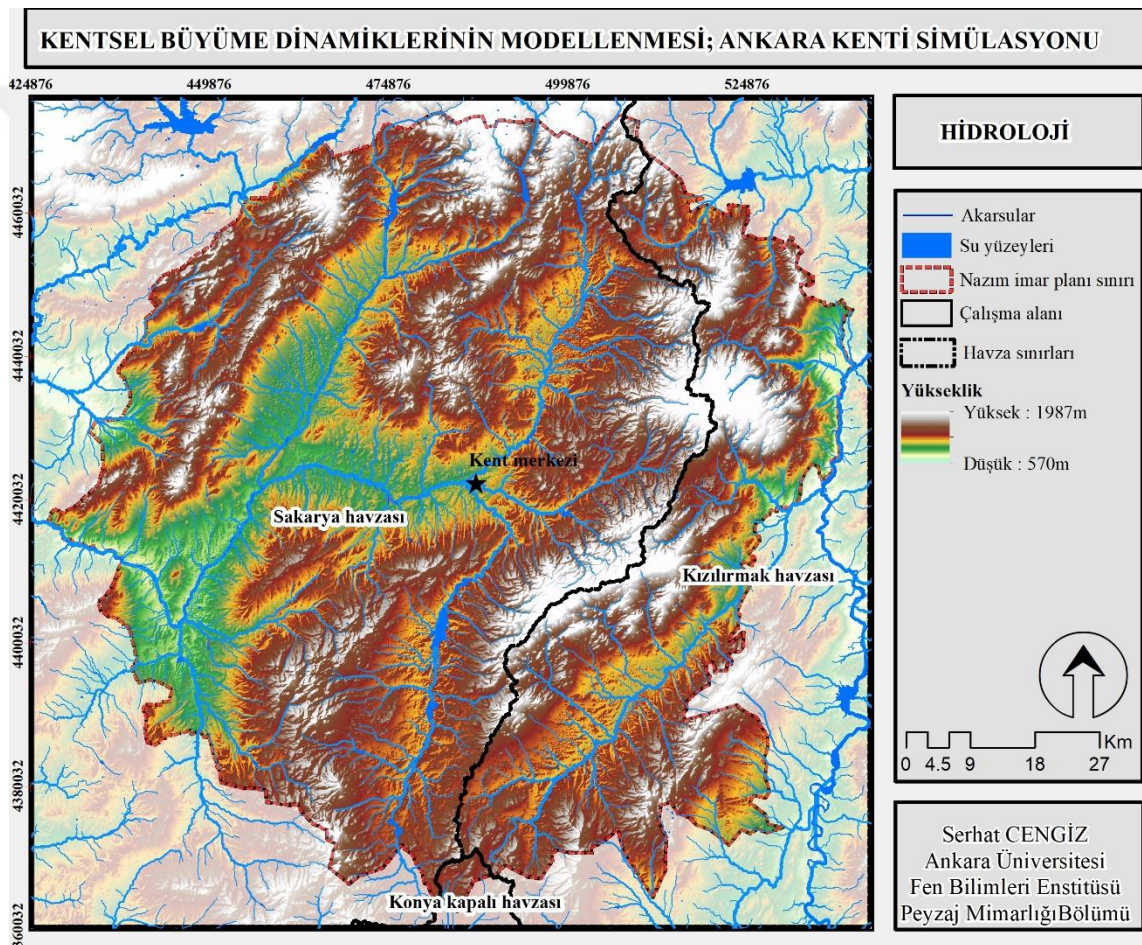
## KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



Şekil 3.3 Eğim ve baki değişimi



**Akarsular:** Ankara'daki en önemli akarsular Kızılırmak nehri ve kolları, Terme çayı, Balaban çayı, Sakarya nehri ve kolları, Aladağ çayı, Nal deresi, Kirmir çayı ve Ankara çayı Pecenekozu çayıdır. Çalışma alanındaki su yüzeyleri, tüm alanının %0,52'sini kaplamaktadır (Şekil 3.5). Çalışma alanının, kuzey, kuzeydoğu ve doğusunda Kızılırmak Havzası, kuzey, kuzeybatı ve batısında Sakarya Havzası ve güneyinde ve Konya Kapalı Havzası bulunmaktadır. Çalışma alanının %66,6' sı Sakarya Havzası içerisinde, %32,7'si Kızılırmak Havzası içerisinde, %0,6'sıda Konya Kapalı Havzası içerisinde yer almaktadır.



Şekil 3.5 Akarsu varlığı

### 3.1.2.2 Nüfus yapısı ve sosyo-ekonomik özellikler

Araştırmada nüfus yapısı, nüfus değişimi kapsamında sosyo ekonomik özellikler işsizlik oranları üzerinden değerlendirilmiştir.

**Nüfus Değişimi:** Adrese Dayalı Nüfus Kayıt sonuçlarına (TÜİK 2018) göre Ankara İli'nin toplam nüfusu 5.503.985 kişidir. Ankara nüfus büyüklüğü bakımından Türkiye'nin ikinci büyük ilidir. 1950-2018 yılları arasında Ankara'da nüfus %571 artarken Türkiye'nin nüfusu %291 artmıştır. 2014-2016 yılları arasında nüfus artış hızı %3.18 iken Türkiye nüfus artış hızı %2,7'dir (Şekil 3.6). Ankara ilinin yıllara göre Türkiye nüfusundaki yüzdesi giderek artmaktadır (Çizelge 3.2) (TÜİK 2018).

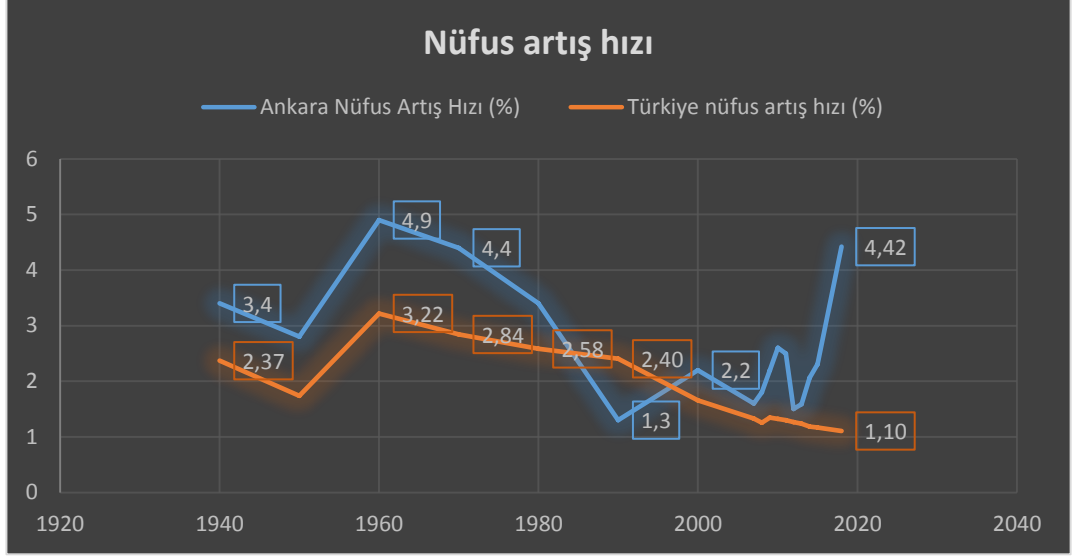
Çizelge 3.2 Ankara nüfus artış hızı ve Türkiye nüfusuna oranı

Yıllar	Nüfus	Nüfus Artış Hızı (%)	Ankara/Türkiye Nüfusuna Oranı (%)	Türkiye nüfusu	Türkiye nüfus artış hızı
1927	404.581		2,96	13.554.000	
1940	602.965	3,4	3,48	17.728.000	2,37
1950	819.693	2,8	2,96	20.807.000	1,74
1960	1.276.380	4,9	3,91	27.506.000	3,22
1970	2.041.658	4,4	4,76	35.321.000	2,84
1980	2.854.689	3,4	5,73	44.439.000	2,58
1990	3.236.626	1,3	6,38	55.120.000	2,40
2000	4.007.860	2,2	5,73	64.252.000	1,66
2007	4.466.756	1,6	5,91	70.215.000	1,33
2008	4.548.939	1,8	6,32	71.095.000	1,25
2009	4.650.802	2,2	6,36	72.050.000	1,34
2010	4.771.716	2,6	6,41	73.003.000	1,32
2011	4.890.893	2,5	6,47	73.950.000	1,30
2012	4.965.542	1,5	6,54	74.885.000	1,26
2013	5.045.083	1,59	6,56	75.811.000	1,24
2014	5.150.072	2,06	6,58	76.707.000	1,18
2015	5.270.575	2,31	6,63	77.601.000	1,17
2018	5.503.985	4,42	6,71	80.173.000	1,10

Nüfus gelişiminin kentleşme hızı ile etkileşimi Ankara'da beş dönemde incelenmektedir.

**1927-1950 Döneminde** Türkiye'de kentleşme hızı genel nüfus artış hızının üzerinde gerçekleşmektedir. Ankara'nın başkent olması ile birlikte kentleşme hızı Türkiye'nin kentleşme hızından iki kat fazla olmuştur.

**1950-1975 Döneminde** Türkiye'de kentleşme hızı artmış ancak Ankara bir önceki dönem kadar hızlı bir kentleşme ivmesi yakalamasa da Türkiye'nin kentleşme hızı ortalamasının üstünde büyümeyi sürdürebilmiştir.



Şekil 3.6 Ankara ili nüfus değişim hızı (TÜİK 2016)

**1975-1990 Döneminde** Türkiye kentsel nüfusu (10,000 üstü yerleşmeler) artış hızı ve Ankara nüfus artış hızlarında belirgin bir düşüş gözlenmektedir. 1975’den 1990 yılına kente kırdan ve diğer illerden gelen göçte gözlenen düşüşün yansira doğal nüfus artış oranlarında da bir azalma görülmektedir. Yine bu dönemde Ankara nüfus artış hızının Türkiye kentsel büyüme hızının altına düştüğü görülmektedir.

**1990-2000 Döneminde** Ankara’da nüfus artış hızı yaklaşık %2,2 iken Türkiye’nin nüfus artış hızı %1,66 seviyesinde gerçekleşmiştir. Bu dönemde Ankara’da kentsel nüfus artış hızı Türkiye genel nüfus artış hızından daha hızlı büyümektedir. Ancak bu dönemde Ankara’nın ülke genel nüfusundaki oranı binde 5’lik bir azalma yaşamıştır.

**2000-2018 Döneminde,** Ankara’nın nüfus artışı Türkiye genel nüfus artışından yaklaşık 2 kat daha hızlı gerçekleşmektedir. Bu dönemde Ankara nüfusunun Türkiye genel nüfusu içindeki oranı yıllar içerisinde artış göstererek 2018 yılında Türkiye nüfusunun %6,71’ine ulaşmıştır.

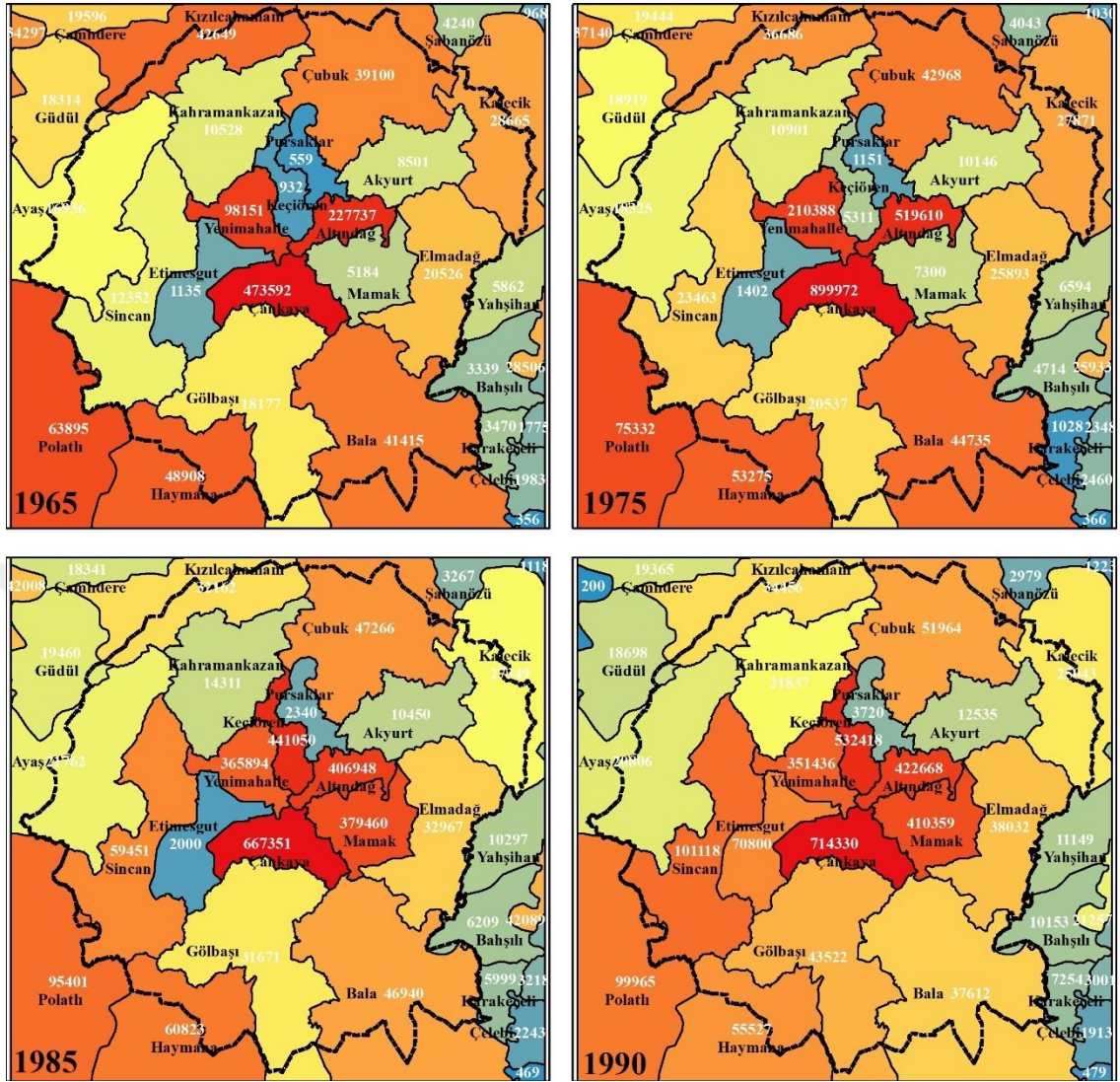
Çalışma alanı sınırları içerisindeki Akyurt, Altındağ, Ayaş, Bala, Çankaya, Çubuk, Elmadağ, Etimesgut, Gölbaşı, Kahramankazan, Kalecik, Keçiören, Kızılcahamam, Mamak, Pirsaklar, Sincan ve Yenimahalle ilçelerinin nüfus artış hızları incelendiğinde (Çizelge 3.3), Etimesgut, Pirsaklar ve Gölbaşı ilçelerinde nüfusun hızla arttığı

görülmektedir (Şekil 3.7). Çankaya ilçesi en kalabalık, Çamlıdere en küçük ilçe konumundadır. 1965-2017 nüfus artış hızları incelendiğinde 1984 yılında ilçe statüsüne kavuşan Keçiören en fazla nüfus artış hızına sahipken Çamlıdere nüfusu bu yıllar arasında %62 oranında bir azalış göstermiştir. İlçe nüfus değişim haritaları incelendiğinde 1965-1990 yılları arasında Çankaya, Yenimahalle ve Altındağ ilçelerinin nüfus açısından en yoğun ilçeler olduğu ve özellikle 1975 yılından sonra bu ilçelere komşu olan Keçiören, Etimesgut ve Mamak ilçelerinde de nüfus yoğunluğunun arttığı gözlenmektedir. Bu durumun tersi olarak araştırma alanın kuzey ve kuzeydoğusun da yer alan Kızılcahamam, Çamlıdere, Çubuk ve Kalecik ilçelerinin nüfus yoğunluğu giderek azalmaktadır (Şekil 3.7).

Çizelge 3.3 Yıllara göre ilçe nüfuslarının değişimi

İlçe	1965	1975	1985	1990	2000	2012	2017
Akyurt	8501	10146	10450	12535	18907	27201	32863
Altındağ	227737	519610	406948	422668	407101	363744	371366
Ayaş	16936	18325	21762	20806	21239	13087	12289
Bala	41415	44735	46940	37612	39714	17397	21682
Beypazarı	34297	37140	42008	200	51841	46738	48476
Çamlıdere	19596	19444	18341	19365	15339	6739	7389
Çankaya	473592	899972	667351	714330	769331	832075	921999
Çubuk	39100	42968	47266	51964	75119	82614	90063
Elmadağ	20526	25893	32967	38032	43374	43856	45513
Etimesgut	1135	1402	2000	70800	171293	425947	566500
Gölbaşı	18177	20537	31671	43522	62602	110643	130363
Güdül	18314	18919	19460	18698	20938	8656	8050
Haymana	48908	53275	60823	55527	54087	31058	27277
Kahramankazan	10528	10901	14311	21837	29692	43308	52079
Kalecik	28665	27871	27349	25043	24738	13648	12897
Keçiören	932	5311	441050	532418	644568	840809	917759
Kızılcahamam	42649	36686	32162	34456	33623	24635	24947
Mamak	5184	7300	379460	410359	430606	559597	637935
Polatlı	63895	75332	95401	99965	116400	119349	124464
Pursaklar	559	1151	2340	3720	28249	119593	142317
Sincan	12352	23463	59451	101118	289783	479454	524222
Yenimahalle	98151	210388	365894	351436	553344	687042	659603





Şekil 3.7 1965-1990 ilçe nüfus değişimi

1965-1990 yıllarında yaşanan değişim eğilimin sürdüğü gözlenmektedir. Çankaya, Yenimahalle ve Altındağ merkez ilçelerine komşu olan ilçelerde nüfus yoğunluğu artarken çeperdeki nüfus yoğunluğu giderek azalmaktadır. Haritalar incelendiğinde kentin nüfus yoğunluğunun güneybatı yönüne doğru olduğu gözlenmektedir (Şekil 3.7).



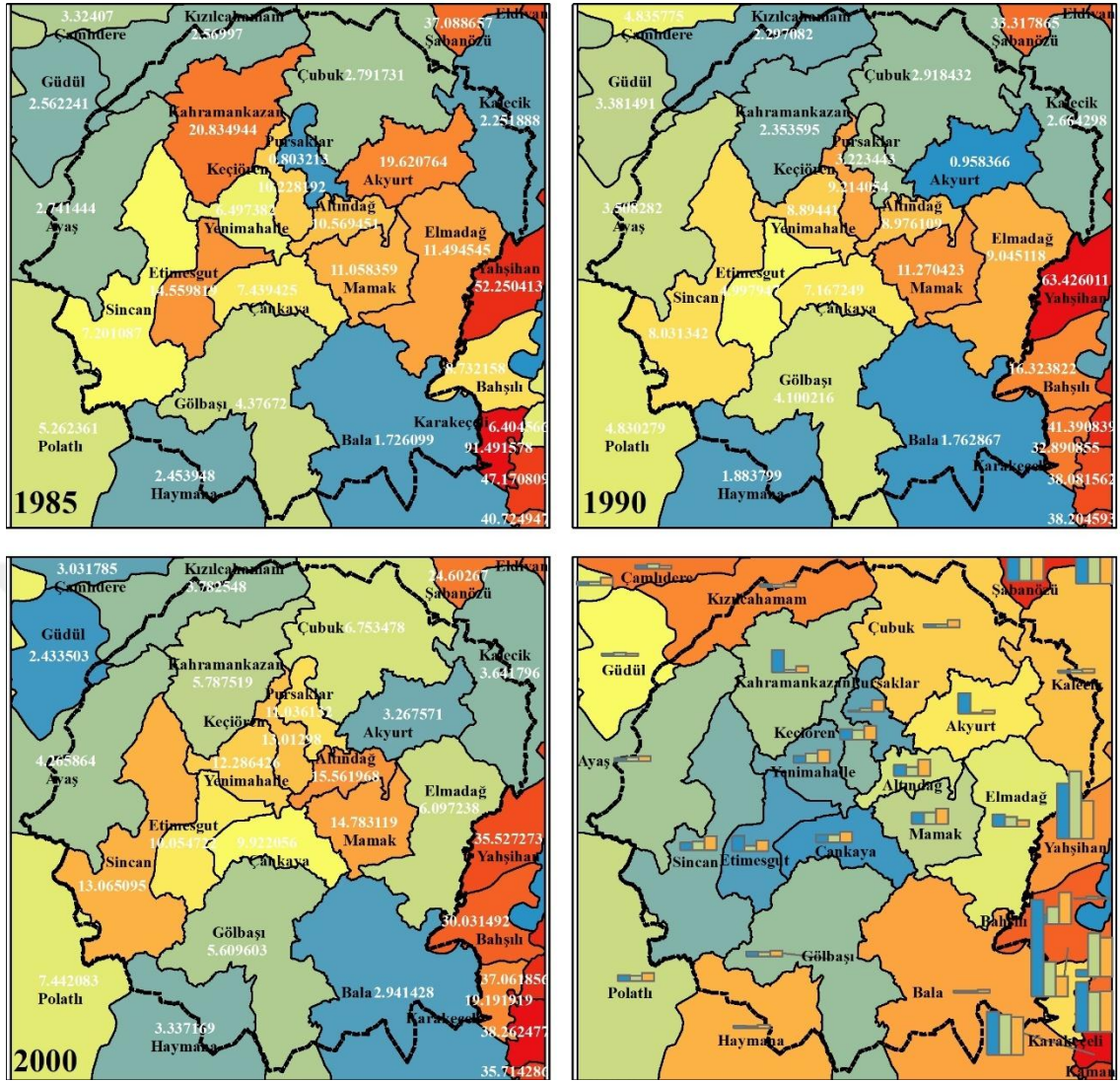
Şekil 3.8 2000-2017 ilçe nüfus değişimi

**İşsizlik oranı:** 1985-2000 yılları arasındaki işsizlik oranları eğitim oranlarının tersine merkez ilçelerde çeper ilçelere göre daha yüksektir (Şekil 3.9). 1985 yılında Çankaya ve Yenimahalle gibi merkez ilçelerde işsizlik oranı toplam istihdam edilen nüfusun yaklaşık %7'sini oluştururken bu oran Mamak, Elmadağ, Etimesgut gibi ilçelerde %10'nun üzerindedir. Ancak Güdül, Çamlıdere, Çubuk, Kalecik, Haymana, Bala, Ayaş gibi ilçelerde işsizlik oranı %3 civarındadır. 1990 yılına gelindiğinde ise 1985 yılına çok benzer bir yoğunluk görülmektedir. Ankara'nın doğusunda kalan Yahşiyen, Bahşılı ilçeleri dışında kalan tüm çeper ilçelerde işsizlik oranı yaklaşık %3 iken merkez ilçelerde %8'in üzerinde işsizlik gözlenmektedir. 2000 yılında da benzer işsizlik

yoğunluğu gözlenmektedir. Bu yıllarda merkezdeki ilçeler ve birincil komşularındaki işsizlik oranı %10'ların üzerindedir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.4 1985-2000 İşsizlik durumu

İlçe	1985		1990		2000	
	Çalışan	İşsiz	Çalışan	İşsiz	Çalışan	İşsiz
Çamlıdere	9045	311	9938	505	7932	248
Eldivan	636	482	707	409	447	185
Şabanözü	1625	958	1437	718	1186	387
Kızılcahamam	16605	438	18417	433	16407	645
Çubuk	28448	817	24982	751	30362	2199
Güdül	9393	247	9229	323	12068	301
Kahramankazan	8192	2156	10538	254	12681	779
Akyurt	5977	1459	6304	61	9414	318
Pursaklar	988	8	1321	44	10415	1292
Keçiören	114363	13030	153746	15604	194817	29144
Kalecik	14498	334	12604	345	11933	451
Altındağ	115665	13670	128665	12688	114704	21140
Yenimahalle	127517	8861	110010	10740	184145	25794
Beypazarı	19049	670	20342	694	20354	1654
Ayaş	10856	306	10369	377	10817	482
Mamak	100038	12438	116218	14762	126363	21921
Çankaya	214038	17203	241678	18659	286492	31557
Yahşihan	4912	5375	3999	6935	3546	1954
Etimesgut	757	129	32390	1704	68541	7662
Elmadağ	10464	1359	12640	1257	17711	1150
Kırıkkale M.	27601	210	12000	278	12629	153
Bahşılı	3261	312	2522	492	2444	1049
Sincan	18441	1431	30987	2706	84805	12745
Keskin	1476	101	1753	1238	2442	1438
Karakeçeli	490	5269	455	223	320	76
Çelebi	999	892	1078	663	1336	828
Gölbaşı	14245	652	19062	815	28622	1701
Bala	25051	440	20117	361	22735	689
Kaman	278	191	296	183	252	140
Haymana	30290	762	29063	558	29400	1015
Polatlı	43783	2432	43149	2190	46465	3736



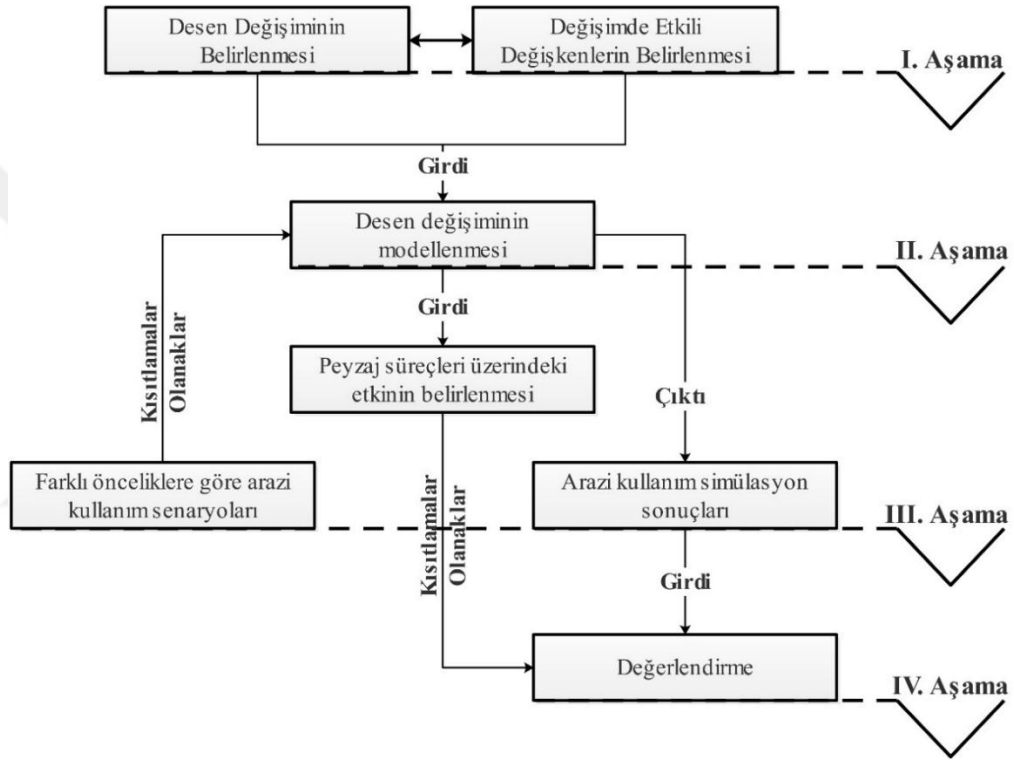
Şekil 3.9 1985-2000 işsizlik durumu

### 3.2 Yöntem

Ankara kentinde desen değişiminin belirlenmesi, kentsel desen değişimine etki eden dinamiklerin modellenmesi ve gelecek kentsel büyüme simülasyonlarının oluşturulmasını amaçlayan araştırmanın yöntemi birbirini izleyen dört analitik aşamadan oluşmaktadır.

- I. Aşamada kentsel arazi kullanım bağlamında ortaya çıkan peyzaj desen değişimi tespit edilerek bu değişimde etkili olan değişkenler belirlenmiştir.

- II. Aşamada peyzaj desen değişimi, elde edilen değişkenler kullanılarak modellenmiş ve desen değişiminin gelecekteki olası sonuçları tahmin edilmiştir.
- III. Aşamada desen değişiminin gelecekteki olası sonuçlarının peyzaj süreci üzerindeki etkisi belirlenmiştir.
- IV. Aşamada oluşturulan senaryolar doğrultusunda Ankara için 2038 kentsel arazi kullanımı tahmin edilerek değerlendirmelerde bulunulmuştur (Şekil 3.10).

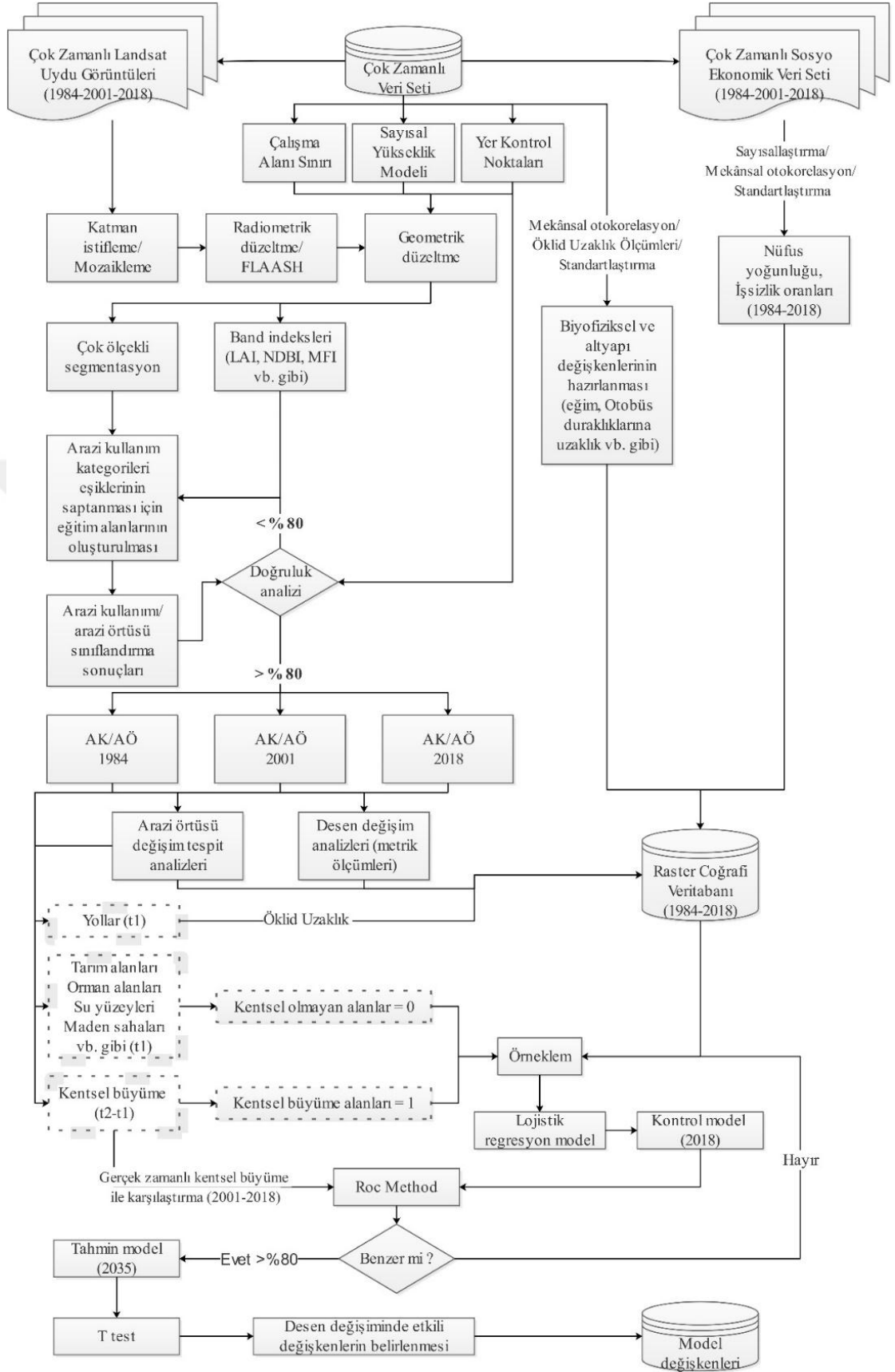


Şekil 3.10 Yöntem ana aşamaları

### 3.2.1 Peyzaj desen değişimi ve değişimi yönlendiren değişkenlerin belirlenmesi

Kentsel arazi kullanım değişimi bağlamında ortaya çıkan peyzaj desen değişiminin tespit edilmesi ve bu değişimde etkili olan değişkenlerin belirlenmesi aşamasında, izlenecek alt aşamalar şunlardır (Şekil 3.11).

- Peyzaj desen değişiminin çok zamanlı olarak belirlenmesi
- Kentsel peyzaj desen değişiminde etkili olan değişkenlerin belirlenmesi



Şekil 3.11 Peyzaj desen değişiminde etkili olan değişkenlerin belirlenmesi

### 3.2.1.1 Peyzaj desen değişiminin çok zamanlı olarak belirlenmesi

Bu aşamanın gerçekleştirilmesinde, 05-09/1984 tarihli Path:177-177, Row: 32-33 numaralı %10'dan az bulutluluk oranına sahip toplam 4 çerçeve Landsat 5 TM uydu görüntüsü, 06-09/2001 tarihli Path:177-177-178, Row: 32-33-32 numaralı %10'dan az bulutluluk oranına sahip 6 çerçeve Landsat 7 ETM uydu görüntüsü ve , 06-09/2018 tarihli Path:177-177-178, Row: 32-33-32 numaralı %10'dan az bulutluluk oranına sahip 6 çerçeve Landsat 8 OLI uydu görüntüleri kullanılarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Uydu görüntülerinin sınıflandırılması işlemi kendi içerisinde 3 aşamadan oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla görüntü ön işlemleri, görüntünün nesne tabanlı sınıflandırılması ve sınıflandırma doğruluk analizidir.

**1- Uydu görüntüleri ön işlemleri;** geometrik düzeltme ve radyometrik düzeltmeden oluşmaktadır.

**Geometrik düzeltme;** USGS'den (Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırma Kurumu) elde edilen Tier 1-L1TP grubu, yer kontrol noktaları kullanılarak, sistematik, geometrik ve topografik düzeltmesi yapılmış ve çok zamanlı piksel düzeyinde analizler yapmaya elverişli yüksek kalitede veriler kullanılmıştır. Verilerdeki RMS değeri 0,4 pikselden (12 metre) küçük olduğundan (kabul değeri,  $\pm 15$  m.(0.5 piksel)) (Welch ve User, 1984; Kaya vd. 2002) ekstra bir geometrik düzeltme işlemi Landsat 5-7-8 için gerek olmamakla birlikte, arazi çalışması sonucunda elde edilmiş yer kontrol noktaları ve Sayısal Yükseklik Modeli kullanılarak güncel tarihli (2018) görüntünün geometrik düzeltmesi yapılarak ve bu görüntü temel görüntü olarak ele alınmış ve görüntüden görüntüye düzeltme (image to image) işlemi yapılmıştır.

**Radyometrik düzeltme;** algılayıcı sistem tarafından ölçülen nesne ışınmaları, Güneş ışınımındaki değişim, atmosferik yutulma ve saçılma gibi atmosferik koşullardan etkilenerak aynı bölgenin farklı zaman dilimlerinde ve farklı algılayıcılarından elde edilen görüntülerde farklı piksel yansıtım değerleri vermesine neden olmaktadır. Analizlerde kullanılan çok zamanlı uydu görüntüleri radyometrik düzeltme başlığı altında atmosferik düzeltme işlemi uygulanmıştır. Araştırmada atmosferik düzeltme işleminde, yüzey yansıtabilirliği (albedo), yüzey yüksekliği, su buharı miktarı, aerosol

ve bulut optik kalınlığı, yüzey ve atmosferik sıcaklıklar gibi atmosferik parametreleri türeterek yüzey yansıtım değerlerinin doğru olarak elde edilmesine olanak tanıyan FLAASH model kullanılmıştır (Balçık ve Göksel 2011, Görmüş vd. 2018).

FLAASH Modelde kullanılan eşitlik;

$$L = (A_p / 1 - p_e^S) + (B_{p_e} / 1 - p_e^S) + L_a$$

$$L_e \approx ((A + B)p_c / 1 - p_e^S) + L_a$$

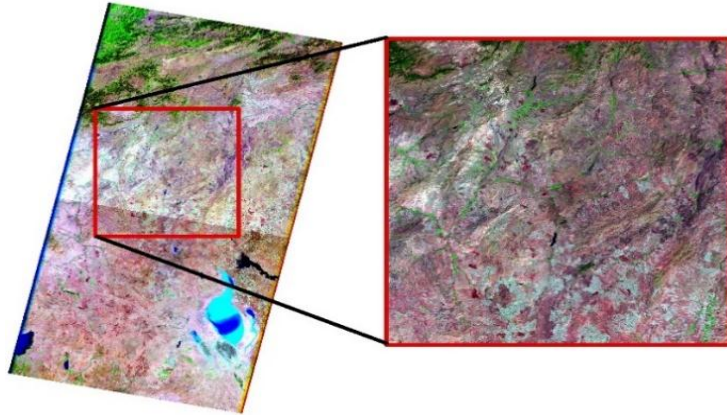
Eşitlikte “**p**”, piksel yüzey yansımaları, “**pe**”, piksel ve çevreleyen bir bölge için yüzey yansımaları ortalaması, “**S**”, atmosferin küresel yansıtılabilirliği (albedo), “**La**”, atmosfer tarafında geri saçılan parlaklık ve “**A-B**”; atmosferik ve geometrik koşullara bağlı ancak yüzeye bağlı olmayan katsayılar

Atmosferik düzeltme yapıldıktan sonra elde edilen yansımalar görüntüsündeki geçerli aralık olan 0-10000 aralığı dışındaki değerler aşağıdaki eşitlik kullanılarak maskelenmiş ve görüntüyü oluşturan her bant 0-1 arasında değer alacak şekilde düzenlenmiştir.

$$(B1 \leq 0) * 0 + (B1 \geq 10000) * 1 + (B1 > 0 \text{ and } B1 < 10000) * \text{float}(b1) / 10000$$

Eşitlikte “**B1**” görüntüye ait bantları ifade etmektedir.

Radyometrik ve geometrik düzeltmesi yapılan uydu görüntüleri 1984 yılına ait 2 çerçeve (toplam 4), 2001 yılına ait 3 çerçeve (toplam 6) ve 2018 yılına ait 3 çerçeve (toplam 6) görüntü ayrı ayrı mozaiklenerek çalışma alanına göre kesilmiştir. (Şekil 3.12)



Şekil 3.12 Mozaiklenmiş ve çalışma alanına göre çıkarılmış görüntü (9/1984)



**2- Uydu görüntüsünün sınıflandırılması;** Görüntü üzerindeki anlamlı örüntü gruplarının belirlenmesi veya başka bir deyişle görüntüde bulunan her pikseli spektral özelliklerine göre farklı gruplara ayırarak ve pikseli yansıtma değerlerine göre yeryüzünde karşılık geldiği kümeye atama işlemi (Oruç 2003) için eşik temelli nesne tabanlı sınıflandırma tekniği kullanılmıştır. Araştırmanın amacı ve uydu görüntülerinin mekânsal çözünürlüğü dikkate alınarak, sınıflandırma için farklı düzeylerde arazi kullanım kategorileri belirlenmiş ve sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.5).

Çizelge 3.5 Sınıflandırma için belirlenen arazi kullanım kategorileri

Düzye 1 Kategorileri	Düzye 2 Kategorileri	Düzye 3 Kategorileri
1.Yapay yüzeyler	1.1.Kentsel doku	1.1.1.Sürekli kentsel doku
		1.1.2.Kesintili kentsel doku
	1.2.Üretim alanları	1.2.1.Endüstriyel alanlar
		1.2.2.Maden ve inşaat sahaları
	1.3.Ulaşım ağları	1.3.1.Havaalanı
		1.3.2.Yollar
2.Açık ve yeşil alanlar	1.4.Açık ve yeşil alanlar	1.4.1.Açık alanlar
		1.4.2.Kentsel yeşiller
		1.4.3.Kent ağaçları
3.Tarım alanları	2.1.Kuru tarım alanları	2.1.Kuru tarım alanları
	2.2.Nadas tarım alanları	2.2.Nadas tarım alanları
	2.3.Sulu tarım alanları	2.3.Sulu tarım alanları
4.Seyrek vejetasyon alanları	3.1.Çıplak yüzeyler	3.1.Çıplak yüzeyler
	3.2. Çayır ve mera alanları	3.2. Çayır ve mera alanları
5.Orman alanları	3.3. Orman alanları	3.3. Orman alanları
6.Su yüzeyleri ve vejetasyonu	4.1.Su yüzeyleri	4.1.Su yüzeyleri
	4.2.Akarsular	4.2.Akarsular
	4.3.Islak alan vejetasyonu	4.3.Islak alan vejetasyonu

**Eşik temelli nesne tabanlı sınıflandırma işlemi;** kendi içerisinde, segmentasyon aşaması, eşik belirleme aşaması olmak üzere 2 adımda gerçekleştirilmiştir.

Eşik temelli obje tabanlı yöntem, görüntüdeki yansıma özelliklerini ve tekstürü dikkate alarak komşu pikselleri anlamlı bölgeler halinde gruplandırır ve gruplandırılmış bu bölgeler en küçük sınıflama birimini oluşturur. Böylece sınıflama piksel bazında değil

parsel bazında gerçekleştirilmiş olur. Segmentasyon işlemi (parsellere ayırma) olarak isimlendirilen bu uygulamada istenirse çalışma için uygun olan bantlar diğer bantlara göre ağırlıklandırılabilir (Akın 2011). Segmentasyon işlemi obje tabanlı sınıflamanın ilk ve en önemli aşamasıdır. İkinci aşamada ise segmentlere ayrılmış bölgeler, bantlar üzerinde yapılan matematiksel işlemler (band math), obje parlaklığı, homojenite vb. kurallar (rules) tek başlarına veya birbirleri ile anlamlı kombinasyonlar oluşturacak biçimde kullanılarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilir.

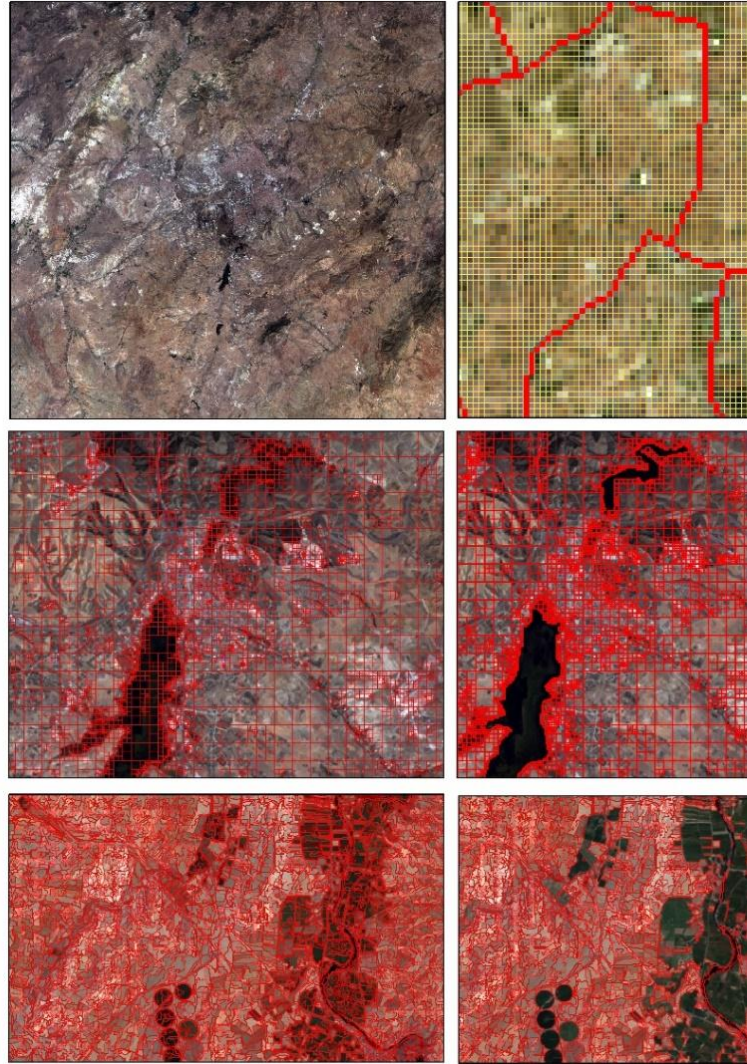
**Segmentasyon:** Çalışmada hedeflenen detay (sınıf) çıkarımına göre ölçek parametresi, şekil yoğunluğu değerleri üretilerek, farklı düzeylerde ve farklı algoritmalar ile segmentasyon parametreleri üretilmiştir.

*Satranç tahtası segmentasyonu (chessboard);* bu segmentasyon algoritması kullanıcı tarafından belirlenen değer doğrultusunda görüntüyü eş segmentlere ayırmak için kullanılmaktadır. Araştırma özelinde, ölçek parametresi “1” olarak ayarlanarak görüntü üzerindeki piksel düzeyinde çizgisel sınıfların (ulaşım ağları ve akarsular) çıkarılmasında kullanılmıştır. Ölçek parametresi olarak kullanılan “1” 30x30 metreye karşılık gelmektedir (Şekil 3.13).

*Dörtlü bölümlenme (quadtree segmentation) algoritması;* piksel etki alanı veya görüntü nesnesi etki alanını kare nesnelere tarafından oluşturulan dört çekirdekli bir ızgaraya böler. Araştırma özelinde, bu algoritma için ölçek parametresi 0,18 olarak belirlenmiştir (Şekil 3.13).

*Spektral fark algoritması (Spectral difference algorithm);* bu algoritma, dörtlü bölümlenme algoritması ile kombine olarak kullanılmıştır. Araştırma özelinde arazi kullanım kategorileri için belirlenen eşikler doğrultusunda spektral fark algoritması kullanılarak birbirine komşu hücreler arasındaki spektral yakınlık kullanılarak daha derişik nesnelere elde edilmiştir. Örnek olarak 2018 yılına ait görüntüde su yüzeylerinin segmentasyon aşamasında  $AWE_{Insh} > 0$  için spektral farklılık 0.1 olarak belirlenmiştir (Şekil 3.13). Örnek üzerinden okunacağı bu algoritma ile su yüzeyi kategorisine ait pikseller gruplanarak diğer arazi kullanım kategorilerine ait piksellerden ayrılmıştır.

*Çok çözünürlüklü segmentasyon (Multiresolution segmentation)*; Görüntü üzerindeki nesnelere farklı ölçeklerde benzerliklerine göre kümeleyen bu algoritma, 2018 yılına ait görüntüde ölçek parametresi 0,36, şekil parametresi 0 ve derişiklik parametresi 0,72 olarak belirlenerek kullanılmıştır. Bu aşamadan sonra örnek olarak eğer vejetasyon kaplı yüzeyler sınıflandırılacaksa NDVI>0 için spektral fark algoritması 0.1 alınarak segmentasyon işlemi tamamlanmıştır (Şekil 3.13).



Şekil 3.13 Araştırmada kullanılan segmentasyon algoritmaları satranç tahtası (sağ üst), Dörtlü bölümlenme ve Spektral fark algoritması hedef kategorinin ayrıştırılmasında (örnekte su yüzeyleri-orta sol ve sağ) Çok çözünürlüklü segmentasyon algoritması ve Spektral fark algoritması homojen nesnelere elde etmek için (örnekte tarım alanlarının çıkarılmasında-alt sol ve sağ (09/2018))

### **Arazi kullanım kategorileri için eşik değerlerinin belirlenmesi ve band indeksleri;**

her bir arazi kullanım kategorisi için bantlar arasında, matematiksel ilişkiler kurularak eşik değerler belirlenmiştir. Araştırmada arazi kullanım kategorilerine göre belirlenen indeksler ve indekslere oluşturmak için gerçekleştirilen matematiksel işlemler şu şekildedir;

#### **Vejetasyon indeksleri**

**Normalleştirilmiş Vejetasyon Fark İndeksi (Normalize Difference Vegetation Index (NDVI));** Bu indeks araştırmada diğer indeksler ile kombine edilerek vejetasyon kaplı yüzeylerin belirlenmesinde kullanılmıştır. Aşağıdaki formül kullanılarak elde edilmiştir.

$$NDVI = (NIR - Red) / (NIR + Red)$$

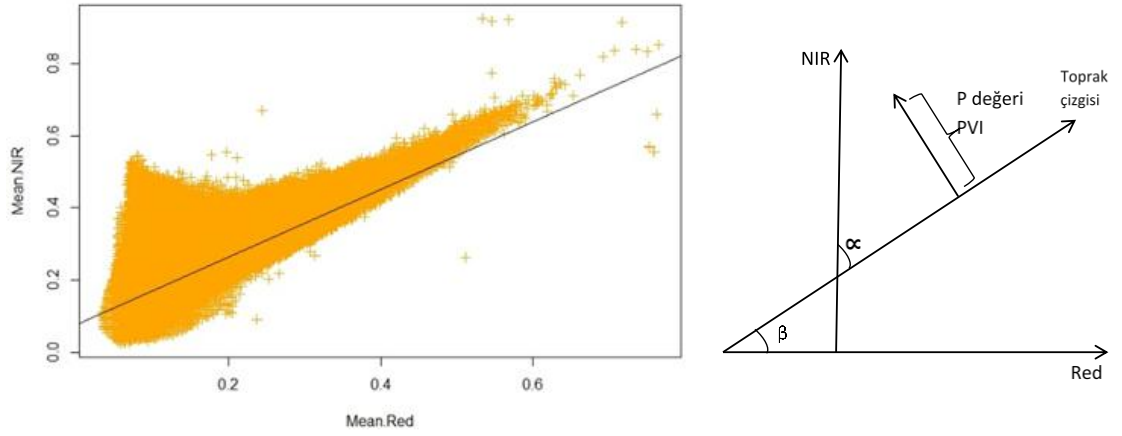
NDVI -1-1 Aralığında Değer Almaktadır. (Gitelson ve Merzlyak 1997)

**Dik vejetasyon indeksi (Perpendicular Vegetation Index (PVI));** Bu indeks vejetasyon yüzeylerindeki toprak arka plan etkisini azaltarak ayırmaktadır. (Richardson ve Wiegand 1978). Bu indeks çıplak toprak yüzeylerden gelen kızıl ve yakın kızıl ötesi yansımalar arasında az ya da çok doğrusal bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu ilişki toprak çizgisini olarak adlandırılmaktadır.

$$NIR_{Toprak} = a.Red_{Toprak} + b$$

Denklemden kullanılan “a” katsayısı bant NIR ve bant Red arasındaki eğimi “b” katsayısı bant NIR ve bant Red arasındaki kesim noktasını göstermektedir.

“a” ve “b” katsayılarını belirlemek için ; 1984, 2001 ve 2018 yıllarına ait görüntülerde, NIR ve Red bantlarındaki dağılım ayrı ayrı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır. (Şekil 3.14).



Şekil 3.14 NIR -Red bantları arasındaki regresyon grafiği

### 1984 yılına ait görüntü için;

$NIR_{min}= 0.0233$ ,  $NIR_{max}= 0.9244$  ve  $Red_{min}= 0.0336$  ve  $Red_{max}= 0.7656$  için

Eğim “a” = 0,9351332 ve Kesme noktası “b”= 0,07593952 ve toprak çizgisinin x eksenini ile yaptığı “β” açısının hesaplanması için

“β”=  $\tan^{-1}$ (eğim) formülünden, “β” açısı,  $43,0940734^\circ$  ve PVI'nin hesaplanmasında kullanılan “α” açısı da, “α”= $90-\beta$  formülünden  $46,9059266$  olarak hesaplanmıştır.

Buna göre PVI için;

$PVI= \sin(46,9059266)*NIR- \cos(46,9059266)*Red$  formülü kullanılarak indeks oluşturulmuştur.

### 2001 yılına ait görüntü için;

$NIR_{min}= 0,0065$ ,  $NIR_{max}= 0,9119$  ve  $Red_{min}= 0,025$  ve  $Red_{max}= 0.4017$  için

Eğim “a” = 0,938 ve Kesme noktası “b”= 0,118 ve toprak çizgisinin x eksenini ile yaptığı “β” açısının hesaplanması için

“β”=  $\tan^{-1}$ (eğim) formülünden, “β” açısı,  $46,91^\circ$  ve PVI'nin hesaplanmasında kullanılan “α” açısı da, “α”= $90-\beta$  formülünden  $43,09^\circ$  olarak hesaplanmıştır.

Buna göre PVI için;

$PVI= \sin(43,09)*NIR- \cos(43,09)*Red$  formülü kullanılarak indeks oluşturulmuştur.

### **2018 yılına ait görüntü için;**

$NIR_{min}=0,0017$ ,  $NIR_{max}=0,9922$  ve  $Red_{min}=0,0295$  ve  $Red_{max}=0,9862$  için

Eğim “a” = 0,7422 ve Kesme noktası “b”= 0,1428 ve toprak çizgisinin x eksenini ile yaptığı “β” açısının hesaplanması için

“β”=  $\tan^{-1}(\text{eğim})$  formülünden, “β” açısı,  $36,5828^\circ$  ve PVI'nin hesaplanmasında kullanılan “α” açısı da, “α”=90-“β” formülünden  $53,4172^\circ$  olarak hesaplanmıştır.

Buna göre PVI için;

$PVI = \sin(53,4172) * NIR - \cos(53,4172) * Red$  formülü kullanılarak indeks oluşturulmuştur.

PVI indeks ağaçlık alanlar ve diğer vejetasyon alanlarını birbirinden ayırmak için kullanılmıştır.

**Ağırlıklandırılmış Vejetasyon Fark İndeksi (Weighted Difference Vegetation Index (WDVI));** Bu indeks “L” sabitinin hesaplanmasında kullanılmıştır.

$WDVI = NIR - a * Red$  formülde kullanılan “a” katsayısı bant NIR ve bant Red arasındaki eğimi ifade etmektedir.

**L katsayısının hesaplanması;** Bu katsayı toprak ayarlanmış vejetasyon indeksinin oluşturulmasında kullanılmıştır.

$L = 1 - (2 * a * NDVI * WDVI)$  formülde kullanılan “a” katsayısı bant NIR ve bant Red arasındaki eğimi ifade etmektedir.

**Toprak Ayarlanmış Vejetasyon İndeksi (Soil Adjusted Vegetation Index (SAVI));**

Bu indeks tarım alanlarının sınıflandırılması ve sulak alan vejetasyonunun sınıflandırılması aşamalarında diğer indeksler ile kombine edilerek kullanılmıştır. SAVI şu şekilde hesaplanmaktadır;

$$SAVI = [(NIR - Red) / (NIR + Red + L)] * (1 + L)$$

**Dönüştürülmüş Toprak Ayarlanmış Vejetasyon İndeksi (Transformed Soil Adjusted Vegetation Index (TSAVI));** Bu indeks tarım alanlarının sınıflandırılması ve

ıslak alan vejetasyonun sınıflandırılması aşamalarında diğer indeksler ile kombine edilerek kullanılmıştır. TSAVI şu şekilde hesaplanmaktadır;

**TSAVI**=(a(NIR-aR-b)/((aNIR+R-ab)+X(a+a2) formülde kullanılan “a” katsayısı bant NIR ve bant Red arasındaki eğimi “b” katsayısı bant NIR ve bant Red arasındaki kesim noktasını ve “X” 0,08 olan sabit sayıyı ifade etmektedir.

**Yaprak Alan İndeksi (Leaf Area Index (LAI));** Bu indeks vejetasyon kaplı yüzeylerin birbirinden ayrılmasında kullanılmıştır. LAI şu şekilde hesaplanmaktadır.

**SAVI <0,817 ise** (1984 yılında ortalama 0.08) **LAI=11\*(SAVI)^3** formülü ile hesaplanmıştır.

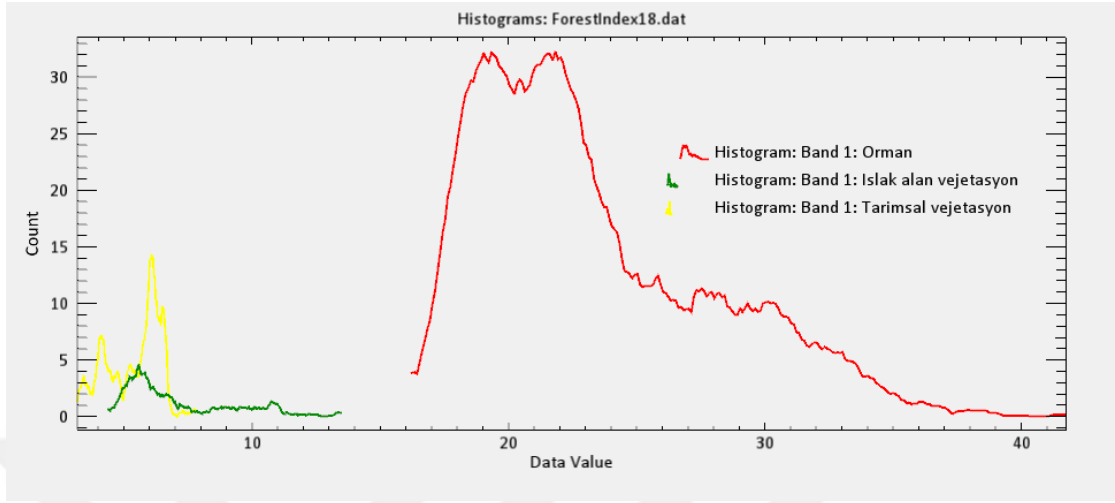
**Orman İndeksi (Forest Index (FI));** Bu indeks orman alanlarının diğer vejetasyon alanlarından ayrılmasında kullanılmıştır. Tüm görüntüler için orman alan ayırım eşiği 3,4 değerinden büyük olarak hesaplanmıştır. FI şu şekilde hesaplanmıştır (Ye vd. 2014).

$$FI = ((NIR-Red-0.01)/(NIR-Red)) \times ((1-NIR)/(0.1+Green))$$

Ye vd. (2014) orman alanlarının sınıflandırılması için üretilen bu indeks, su yüzeyleri ile paydanın sıfır olma olasılığını barındırdığından her durumda başarılı sonuç üretmemektedir. Ye vd. (2014) çalışmalarında bu eksiklikten bahsederek indeksin otomatik sınıflandırma iddiasında olmadıklarını belirtmişlerdir. Araştırmada kullanılan indeks, özellikle OLI sensöründe, hatalı sonuçlar üretmiştir. Bu nedenle paydadaki sıfır olma durumunu yok edilmesi ve OLI sensöründe de kullanılabilmesi amacıyla Ye vd. (2014) ürettiği orman indeksi (**Forest Index**), bu tez çalışmasına özgü olarak geliştirilerek **Geliştirilmiş Orman İndeksi (Modified Forest Index(MFI))** üretilmiştir. Çalışmaya özgü olarak geliştirilen indeks orman vejetasyonun diğer vejetasyon örtüsünden ayrılmasında başarılı sonuçlar ortaya koymuştur.

**Geliştirilmiş Orman İndeksi (Modified Forest Index(MFI));** Bu indeks için çalışma alanındaki test alanlarında yapılan eşik belirleme çalışmalarında, tarımsal vejetasyon için eşik 3-7,79 arasında değişirken ıslak alan vejetasyonu için 4 -13,2 ve orman alanları için 16’ dan yüksek eşikler belirlenmiştir (Şekil 3.15).

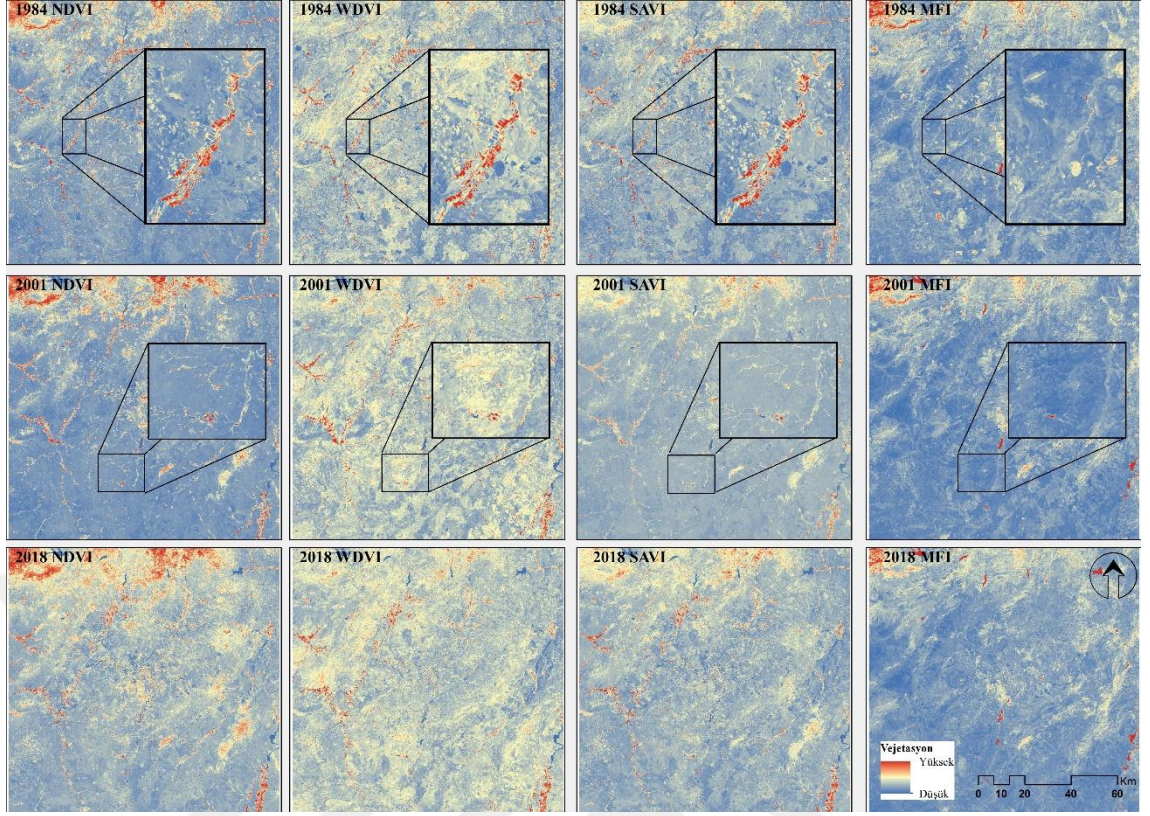
$$MFI = \frac{(((NIR-Red) / (NIR+Red)) - 0.01) / (NIR-aRed) \times ((NIR_{max} - NIR) / (0.1 + Green))}{1}$$



Şekil 3.15 Geliştirilmiş Orman İndeksi kategorilere ilişkin histogram değerleri

Araştırmada kullanılan vejetasyon indekslerinin bazıları Şekil 3.16’de gösterilmiştir. Şekilde kırmızı bölgeler vejetasyon yüzeylerini göstermekteyken mavi renkli bölgeler vejetasyon olmayan bölgeleri göstermektedir. Şeklin ilk üç sütunda halkalar içerisinde işaretlenmiş ıslak alan vejetasyonu ve tarım alanlarını Geliştirilmiş Orman İndeksinin bulunduğu son sütunda görülmektedir. Son sütunda orman alanları diğer vejetasyon alanlarından ayrılarak homojen nesnelere dönüştürülmüştür.





Şekil 3.16 Araştırmada kullanılan vejetasyon indeksleri

### Yapay yüzey ve çıplak yüzey indeksleri

Yapay yüzeyleri ve çıplak yüzeyleri sınıflandırmak için, öncelikle tüm çalışma 9 eş çerçeveye bölünerek her bir çerçeve için farklı segmentasyon parametreleri kullanılmıştır (sürekli kentsel doku, kayalık yüzeyler gibi daha homojen parçaların bulunduğu çerçevelerde görüntü daha büyük segmentlere ayrılırken, kesintili kentsel doku, endüstriyel alanlar gibi daha küçük parçaların bulunduğu çerçevelerde görüntü daha küçük segmentlere ayrılmıştır). Segmentasyon aşamasından sonra (9 çerçeve için 9 farklı nesne büyüklüğü) yapay yüzeyler ve çıplak yüzeyler kategorilerinin sınıflandırılmasında kullanılacak eşiklerin belirlenmesinde aşağıdaki indekslerden yararlanılmıştır.

### Normalize Fark Çıplaklık İndeksi; (Normalized Difference Barren Index(NDbal));

Bu indeksin kullanılmasında bandlara ilişkin dijital numara değerleri kullanılmıştır. Bu indeks çıplak yüzeylerin sınıflandırılmasında kullanılmıştır (Zhao ve Chen 2005). Görüntü üzerinden alınan örnekler için çıplak yüzeyler kategorisi için belirlenen eşik -

0,21 ve 0.27 aralığındadır. Belirlenen eşik aralığının diğer arazi kategorileri ile örtüşme oranı incelendiğinde, özellikle kuru tarım alanları ile %50'nin üzerinde örtüştüğü ve yapay yüzeyler ile %25 örtüşme yaptığı tespit edilmiştir. Öncelikli olarak kuru tarım alanlarındaki örtüşmeyi gidermek için **Normalleştirilmiş Mevsimlik Vejetasyon Fark İndeksinden (NNDVI)** yararlanılmıştır. Bu indeks aynı yıla ait farklı mevsimlerdeki vejetasyon durumunu göstermek için kullanılmaktadır. Çalışma alanı üzerinden bir örnek ile açıklayacak olursak 1984 Eylül ayına ait görüntü üzerinde, kuru tarım alanları ve çıplak yüzey kategorileri birbirlerine yakın spektral değerlere sahiptir. Ancak aynı yılın Mayıs ayına ait görüntüde tarım alanı üzerinde vejetasyon miktarı yüksek olduğundan  $NNDVI_{max} > 0.3$  eşiği kullanılarak çıplak yüzeyler ile kuru tarım alanları arasındaki karışmanın önüne geçilmiştir (Şekil 3.17).

$$ND_{bal} = ([\text{Mean SWIR } 1] - [\text{Mean Thermal band}] / ([\text{Mean SWIR } 1] + [\text{Mean Thermal band}]])$$

$$NNDVI = (NDVI - NDVI_{min}) / (NDVI_{max} - NDVI_{min})$$

NNDVI= NDVI değerini 0-1 aralığına ölçekleyerek aynı yıla ait farklı mevsimlerdeki görüntüler üzerinde daha doğru yorum yapılmasına olanak vermektedir.

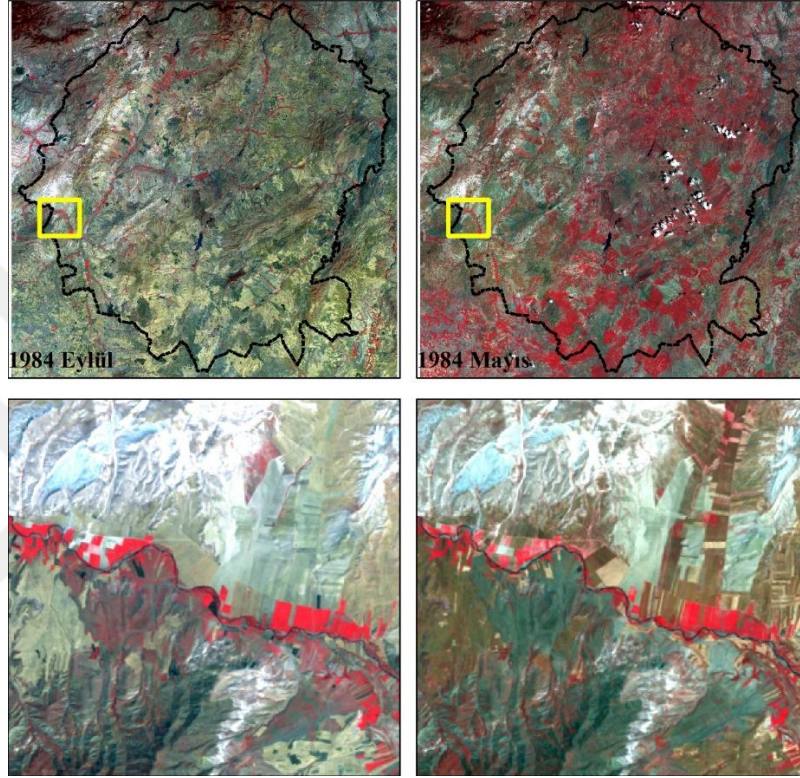
Çıplak yüzeyler ve kuru tarım alanları arasındaki karışma çözüldükten sonra Normalize Fark Yerleşim İndeksi (NDBI) kullanılarak çıplak yüzeyler yapay yüzeyler arasındaki örtüşme engellenmiştir.

Normalize Fark Yerleşim İndeksi (**Normalize Difference Built up Index (NDBI)**) (Zha vd. 2003); Bu indeks kullanılarak görüntü üzerinden alınan örnekler sonucunda çıplak yüzeyler kategorisi için belirlenen eşik 0,25 ve 0.6 aralığındayken yapay yüzeyler için 0,05 ile 0,33 aralığındadır. İki kategori ait örneklerin arasındaki örtüşme %10'lara kadar düşmekle birlikte yine de oldukça yüksek olması sebebiyle, basit bir parlaklık ölçme indeksi çalışma özelinde yeniden değerlendirilerek **Parlaklık İndeksi (MBI)**, bir eşitlik oluşturularak çıplak alan ve yapay yüzeyler arasındaki örtüşme sifıra indirilmiştir.

$$NDBI = ([\text{Mean SWIR } 1] - [\text{Mean NIR}]) / ([\text{Mean SWIR } 1] + [\text{Mean NIR}])$$

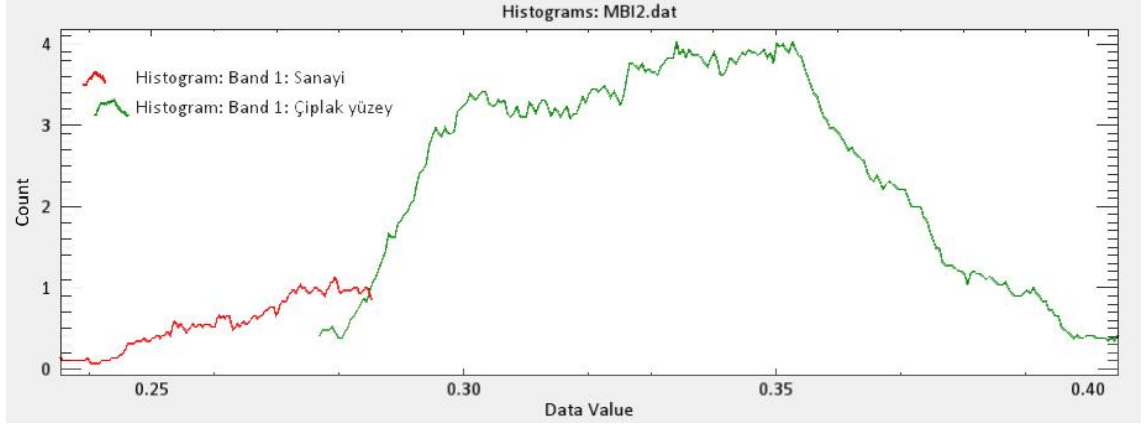
$$MBI = ([\text{Mean SWIR } 2] + [\text{Mean SWIR } 1] + [\text{Mean Blue}]) / 3$$

Parlak indeksi (MBI), klasik parlak indeksi ile aynı prensibe sahiptir. Klasik Parlaklık İndeksinde görünür dalga boyundaki, Red, Green ve Blue bandlarının ortalaması alınırken MBI kısa dalga boyu 1 ve 2 bandları ve Blue bantlarının ortalamasını alarak kayalık yüzeyler ile özellikle metal çatıya sahip sanayi alanlarını ayırtmaktadır (Şekil 3.18).



Şekil 3.17 Mevsimlik görüntülerde vejetasyon değişimi

Şekil 3.17 incelendiğinde görüntü üzerindeki kırmızı alanlar vejetasyon alanlarını göstermektedir. 1984 yılı Mayıs ayına ait görüntüde, görüntünün büyük bir bölümünde vejetasyon varlığı dikkat çekmekte iki görüntüde ortak olan (sol ve sağ alt) beyaz renkli bölgeler her iki mevsimde de üzerinde vejetasyon örtüsü bulunmayan çıplak yüzeylerdir.



Şekil 3.18 Parlaklık indeksi (MBI) kategorilere ait eşik değerleri

### Su yüzeyi indeksleri

Su yüzeylerini sınıflandırmak için, Arazi ve Su Maske (**LWM**), Normalize Fark Su İndeks Modifikasyonu (**MNDWI**), Şekil İndeksi (**SI**), Normalleşmiş Fark Vejetasyon İndeksi (**NDVI**) ve Arazi Yüzey Su İndeksi (**LSWI**) kullanılmıştır. İndekslere ait eşitlikler şu şekildedir;

$$\mathbf{LWM} = ([\text{Mean SWIR } 1]) / ([\text{Mean Green}] + 0.0001) * 100$$

$$\mathbf{MNDWI} = ([\text{Mean Green}] - [\text{Mean SWIR } 1]) / ([\text{Mean Green}] + [\text{Mean SWIR } 1])$$

$$\mathbf{SI} = (([\text{Area}])^{0.5}) / [\text{Length}]$$

$$\mathbf{LSWI} = ([\text{Mean NIR}] - [\text{Mean SWIR } 1]) / ([\text{Mean NIR}] + [\text{Mean SWIR } 1])$$

Eşitliklerde kullanılan Mean SWIR 1, Mean Green, Mean NIR ve Mean Red sırasıyla uydu görüntüsünde, Band 5, Band 2, Band 4 ve Band 3' e karşılık gelmektedir. Su yüzeylerinin sınıflandırılmasında öncelikle LWM ve MNDWI indeksler kullanılarak eşik değerler belirlenmiştir. 09/1984 tarihli görüntü için belirlenen eşik değerler,  $0 \leq \text{LWM} \leq 50$  ve  $0 \leq \text{MNDWI} \leq 1$  olarak belirlenmiş ve bu eşik değerlere göre sınıflandırma yapılmıştır. Sınıflandırma sonucunda görüntü üzerindeki, su yüzeyleri ve gölgeli alanlar belirlenmiştir. Bu noktada yanlış olarak sınıflanan gölgelik alanlar (dağlık alanlardan kaynaklı gölgelik alanlar), ASTER GDEM 30 metre çözünürlüklü Sayısal Yükseklik Modeli kullanılarak oluşturulan eğim katmanı kullanılarak ortadan kaldırılmıştır. Su yüzeylerini kendi içerisinde, çizgisel su yüzeyleri ve su kütleleri olarak ayırtmak için, Surface Index kullanılmıştır. Buna göre  $\text{SI} \leq 0,18$  çizgisel su

yüzeylerini,  $0,18 < SI$  su kütlelerini vermektedir. Islak alan vejetasyonu belirlemek için LSWI ve NDVI indeksleri birlikte kullanılarak bir eşitlik yazılmıştır. Yeni eşitlikte,  $-1 \leq NDVI - LSWI \leq 0$ , -1 ile 0 arasındaki değerler ıslak alan vejetasyonunu vermektedir (Chandrasekar vd. 2010).

**3- Doğruluk analizi;** Çalışma için minimum doğruluk %80 olarak belirlenmiştir. Doğruluk analizinde hata matrisleri ve KAPPA indeks sınıf bazında referans veriler (gerçek yersel kontrol noktaları 2018) ve sınıflandırma sonuçları arasındaki ilişki incelenerek oluşturulmuştur. Çalışmada kullanılan yer kontrol noktaları Şubat Haziran 2017 ve Ağustos 2018’de gerçekleştirilen arazi çalışmaları sırasında GPS ile alınmış ve fotoğraflar ile desteklenmiştir. Arazi çalışmalarına ilişkin fotoğraflar ve konum bilgisine sahip arazi katalogları çalışmanın ek bölümünde verilmiştir.

### **3.2.1.2 Kentsel peyzaj desen değişiminde etkili olan değişkenlerin belirlenmesi**

Peyzaj desen değişiminde etkili olan değişkenlerin belirlenmesi için iki aşamalı bir yöntem uygulanmıştır. İlk aşama, ulaşılabilir ve güvenilir nitelikteki verilerin sayısallaştırılması, standartlaştırılması ve normalleştirilmesi için bir dizi Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tekniğini kapsamaktadır. İkinci aşama ise elde edilen verilerin desen değişiminde ne kadar etkili olduğunun ortaya konulması için bir takım istatistiksel analiz tekniklerini kapsamaktadır.

**Verilerin sayısallaştırılması, standartlaştırılması ve normalleştirilmesi;** Peyzaj desen değişiminde etkili olan farklı ölçek ve yapıdaki sosyo ekonomik, biyofiziksel ve arazi kullanımına ilişkin sosyo kültürel veriler, amaca göre çeşitli CBS teknikleri kullanılarak oluşturulduktan sonra, ölçek farklılığından kaynaklı hataların ortadan kaldırılması için mekânsal otokorelasyon işlemi ve istatistiksel analizlerde kullanılabilmesi için veri yapılarına göre standartlaştırma işlemi yapılmıştır.

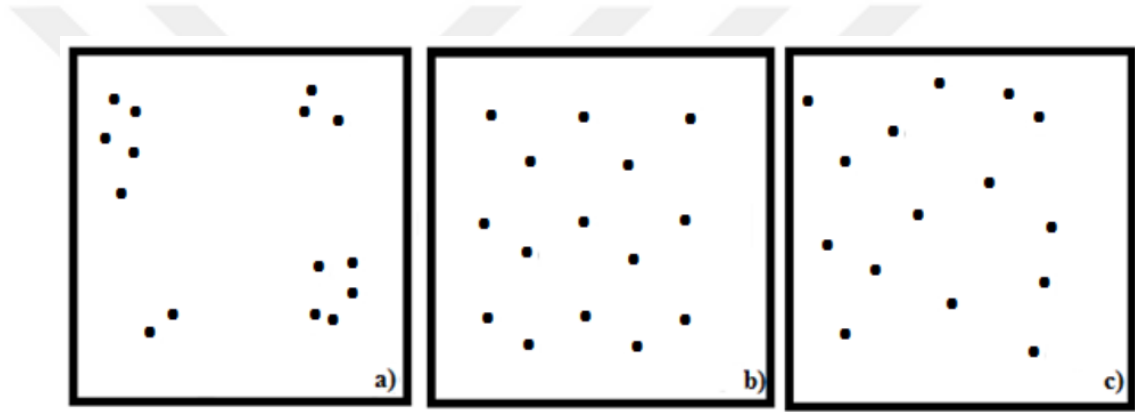
**Mekânsal otokorelasyon** kavramının coğrafya ile olan ilişkisi ilk olarak Tobler (1970) tarafından “Her şey birbiriyle ilişkilidir, fakat birbirine yakın nesnelere uzaktaki nesnelere göre daha ilişkilidir.” sözleriyle ifade edilmiştir. Mekânsal objelerin

özelliklerinin uzaklığa bağlı olarak pozitif veya negatif olarak değerlendirilmesi işlemi olarak ifade edilebilir. Mekânsal otokorelasyon üç farklı şekilde ifade edilmektedir (O’Sullivan ve Unwin 2002).

- Pozitif Otokorelasyon: Birbirine yakın objelerin belli yerlerde kümelenmeleri ve benzer özellikler göstermesi (Şekil 3.19a)

- Negatif Otokorelasyon: Objelerinin birbirlerine yakın olması fakat benzer özellik göstermemeleri (Şekil 3.19b)

- Sıfır (Önemsiz) Otokorelasyon: Objeler arasında mekânsal etkilere bağlı olarak bir etkinin olması (3.19c)



Şekil 3.19 Mekânsal otokorelasyon çeşitleri (a) Pozitif Otokorelasyon (b) Negatif Otokorelasyon (c) Sıfır Otokorelasyon

Mekânsal otokorelasyon işleminde, **Global Moran’s I** indeksi kullanılmıştır (Moran 1948, Getis ve Ord 1992).

$$I = \frac{N \sum_i \sum_j w_{ij} (X_i - \mu) (X_j - \mu)}{(\sum_i \sum_j w_{ij}) \sum_i (X_i - \mu)^2}$$

Bu eşitlikte; N toplam piksel sayısını,  $X_i$  ve  $X_j$  i ve j konumlarındaki değerleri ( $i \neq j$ ),  $\mu$  ortalama değeri ve  $W_{ij}$  j ağırlık matrisini ifade etmektedir. I değeri [-1,1] aralığındadır ve pozitif otokorelasyon durumunda +1’e, negatif otokorelasyon durumunda -1’e, sıfır otokorelasyonda ise 0’a yakınsamaktadır.

Standartlaştırma işlemi verilerin belirli bir sayı aralığına ölçeklenerek daha kolay yorumlanmasını sağlamaktadır. Araştırmada veri standartlaştırması sonrasında tüm

değişkenler (bağımlı-bağımsız) ya ikili kategorik (1 ya da 0) ya da sürekli ( $0 \leq x \leq 1$ ) bir forma dönüştürülmüştür. Araştırmada veri yapısını sürekli bir yapıya dönüştürmek için **sigmoid aktivasyonundan** yararlanılmıştır (Cengiz ve Yılmaz 2016).

$$Hds = [ Hd - (Hd_{MIN}) ] / [(Hd_{MAX}) - (Hd_{MIN})]$$

Eşitlikte, Hd: birim hücre değeri, Hd<sub>MIN</sub>: en düşük birim hücre değeri, Hd<sub>MAX</sub>: en yüksek birim hücre değeri ve Hds : 0-1 arasında yeni hücre değerini ifade etmektedir.

Araştırma kapsamında belirlenen kentsel yayılmayı etkileyen hesaplanabilir ve ölçülebilir bağımlı ve bağımsız değişkenler, çizelge 3.6’de verilmiştir.

Çizelge 3.6 Kentsel yayılmada etkili olan değişkenler

<i>Değişkenler</i>		<i>İçerik</i>	<i>Değişken yapısı</i>
<b>Bağımlı</b>	Y	0= Kentsel büyüme yok, 1= Kentsel büyüme var	İkili kategori
<b>Bağımsız</b>	X <sub>1</sub>	Nüfus yoğunluğu (Kişi/km <sup>2</sup> )	Sürekli
	X <sub>2</sub>	İşsizlik oranı	Sürekli
	X <sub>3</sub>	Yükseklik (m)	Sürekli
	X <sub>4</sub>	Eğim (%)	Sürekli
	X <sub>5</sub>	En yakın ana yola uzaklık (m)	Sürekli
	X <sub>6</sub>	Merkezi iş alanlarına uzaklık (m)	Sürekli
		Aktif ekonomi merkezlerine uzaklık (m)*	Sürekli
	X <sub>7</sub>	En yakın kentsel kümeye uzaklık (m)	Sürekli
	X <sub>8</sub>	Metro duraklarına uzaklık(m) **	Sürekli
		Tren istasyonuna uzaklık (m) **	Sürekli
	X <sub>9</sub>	Otobüs duraklarına uzaklık (m)	Sürekli
	X <sub>10</sub>	Hastanelere uzaklık (m)	Sürekli
	X <sub>11</sub>	Havaalanına uzaklık (m) ***	Sürekli
	X <sub>12</sub>	Yüksek yoğunluklu yerleşime uzaklık	Sürekli
	X <sub>13</sub>	Düşük yoğunluklu yerleşime uzaklık	Sürekli
	X <sub>14</sub>	1=Seyrek vejetasyon alanı, 0= Seyrek vejetasyon alanı değil	İkili kategori
	X <sub>15</sub>	1= Tarım alanı, 0= Tarım alanı değil	İkili kategori
	X <sub>16</sub>	1= Diğer arazi kullanımı, 0= Diğer arazi kullanımı değil ****	İkili kategori
	X <sub>17</sub>	1= Açık yeşil alan, 0= Açık yeşil alan değil	İkili kategori
	X <sub>18</sub>	Değişimin mekânsal eğilimi polinomal 9	Sürekli
X <sub>19</sub>	Değişimin mekânsal eğilimi polinomal 3	Sürekli	
X <sub>20</sub>	Değişimin mekânsal eğilimi polinomal 1	Sürekli	

Çizelge üzerinde \* ile işaretli değişkenler üzerinde sırasıyla şu işlemler yapılmıştır. (\*) X<sub>8</sub> değişkeni ile en yakın kentsel kümeye uzaklık değişkeni birbirlerine çok benzer olduklarında ve bu değişkenin (X<sub>8</sub>) modeldeki önem derecesinin düşük olması nedeniyle araştırmadan çıkarılmıştır. (\*\*)X<sub>11</sub> ve X<sub>12</sub> değişkenleri lineer bir hatta sıralandıklarından bu değişkenlerin ayrı ayrı olarak kullanılması modelde önemsiz etki

oranı derecesi vermesi sebebiyle bu iki değişken birleştirilerek raylı sisteme uzaklık değişkenine dönüştürülmüştür. (\*\*\*) $X_{15}$  havaalanına uzaklık değişkeni, Ankara'da yolcu taşıyan tek bir havaalanının bulunması ve bu havaalanında kuzeyde bulunması nedeniyle modele olumsuz etkilediği için modelden çıkarılmıştır. (\*\*\*\*)  $X_{21}$  diğer arazi kullanımı değişkeni, kentsel alana önemsiz geçişler gerçekleştiren orman ve su yüzeyleri kategorilerinin birleştirilmesiyle oluşturulmuştur. Böylece araştırma kapsamında oluşturulacak modelde toplam 21 adet değişken kullanılmıştır.

**Kentsel büyüme-Bağımlı değişken (Y);** Birbirini takip eden ardışık yıllara (1984-2001, -2018) ait uydu görüntüsünün sınıflandırılması sonucunda, elde edilen kentsel alanların birbirinden çıkarılması ile kentsel büyümenin olduğu alanlar belirlenerek bu alanların öz niteliğine 1, büyümenin olmadığı alanların öz niteliğine 0 değeri işlenmiştir. Çalışma özelinde bu işlem 1984-2001 ve 2001-2018 olmak üzere 2 dönem için ayrı ayrı yapılarak elde edilmiştir.

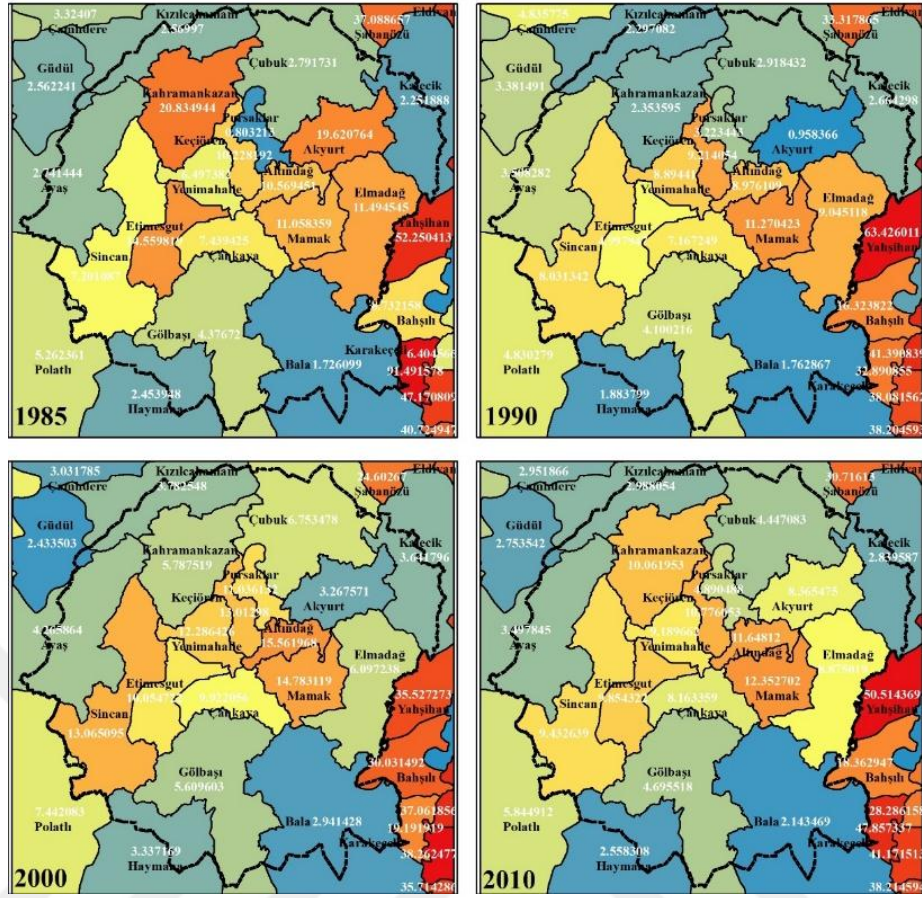
**Nüfus yoğunluğu-Bağımsız değişken ( $X_1$ );** Bağımlı değişkenin kapsadığı döneme ait, ilçe nüfus verisinin, ilçe yüzölçümüne bölünmesi ve sayısallaştırılmış ilçe sınırları haritasına girilmesi ile bulunmuştur. Bu aşamadan sonra sigmoid aktivasyonunu kullanarak veri, 1 ile 0 arasında sürekli bir yapıya dönüştürülmüştür. (1984-2001 dönemi için 1990 nüfus verisi, 2001-2018 dönemi için 2010 nüfus verisi kullanılarak oluşturulmuştur.  $X_2$  değişkeninde,  $X_1$  değişkenine benzer şekilde oluşturulmuştur. Ancak 2000 yılından sonra ilçe düzeyinde işsizlik oranı verisine ulaşılmadığından geçmiş ait işsizlik verileri kullanılarak 2010 yılı için işsizlik oranı tahmin edilmiştir. Tahmin işleminde aşağıdaki denklem kullanılmıştır.

$a + bx$  bu formülde “a” değerini bulmak için;

$a = \bar{y} - b\bar{x}$  bu formülde “b” değerini bulmak için

$b = \frac{\sum(x - \bar{x})(y - \bar{y})}{\sum(x - \bar{x})^2}$  formülde, “x” değeri son yıldaki işsizlik oranını, “ $\bar{x}$ ” değeri ilk yıldaki işsizlik oranını temsil etmektedir. Tahmin edilen işsizlik oranı Şekil 3.20’de verilmiştir.





Şekil 3.20 2010 yılı için tahmin edilen işsizlik oranı

Şekil 3.20 incelendiğinde Tahmin edilen 2010 yılı işsizlik oranları Kahramankazan bölgesinde işsizlik oranının %10 üzerine çıktığı gözlenmektedir. Bu değişim dışında yoğunluk haritasında genellikle %2'lik değişimlerin olduğu gözlenmektedir.

**Yükseklik ve Eğitim -Bağımsız değişkenler ( $X_3$  ve  $X_4$ );** Her iki değişken için sigmoid aktivasyonunu kullanılarak veriler 1 ve 0 arasında sürekli bir yapıya dönüştürülmüştür.

**En yakın ana yola uzaklık-Bağımsız değişken ( $X_5$ );** Bağımlı değişkenin kapsadığı döneme ait yol verisi, Öklid uzaklığı (Euclidean to Distance) yöntemi ile 1 ile 0 arasında sınıflandırılacaktır. (1984-2001 dönemi için 1990 yol katmanı, 2001-2018 dönemi için 2010 yol katmanı kullanılmıştır)  $X_6$  ve  $X_{14}$  arasındaki değişkenler,  $X_5$  değişkenine benzer şekilde oluşturulmuşlardır.

**Seyrek vejetasyon alanı-Bağımsız değişken ( $X_{15}$ );** Değişkenin oluşturulmasında değişken hangi tarih aralığını açıklamak için kullanılacaksa o tarih aralığının

başlangıcına ilişkin arazi kullanım bilgisini verecek şekilde dizayn edilmiştir. Örneğin eğer 1984-2001 yılları arasındaki modelde kullanılacaksa 1984 yılındaki arazi kullanım kategorisine göre seyrek vejetasyon alanların özniteliğine 1, seyrek vejetasyon olmayan alanların özniteliğine 0 değeri işlenerek oluşturulmuştur. Bu değişkenin oluşturulmasında ana amaç modele açıklama yapacağı yıl hakkında bilgi vermektir. Daha açık bir ifadeyle modelde kullanılan arazi kullanım kategorilerinden sadece bir tanesi 1 değerini alabilir. Bir örnek alan hem seyrek vejetasyon alanı hem de tarım alanı olamaz. Bu şekilde dizayn edilen ikili kategorik veriler modelde hangi arazi kullanım kategorisinin kentsel büyüme için daha cazip olduğunu ortaya koymaktadır.  $X_{16}$  ve  $X_{18}$  arasındaki değişkenler,  $X_{15}$  değişkenine benzer şekilde oluşturulmuşlardır.

**$X_{18-19-20}$  değişkenleri;** Bu değişkenler, sınıf düzeyinde arazi kullanım kategorilerinin birbirlerine geçiş durumuna göre polinomal derecelere göre oluşturulan değişkenlerdir. Mekânsal geçiş eğilimi modelde oto korelasyonu sağladığı için kullanılmıştır.

**Kentsel peyzaj desen değişiminde etkili olan değişkenlerin, etki oranlarının belirlenmesi için istatistiksel analizler:** Bu alt aşamada, daha önceki aşamalarda desen değişiminde etkili olduğu düşünülen bağımsız değişkenler lojistik regresyon analizi kullanılarak test edilerek, bağımlı değişkeni etkileme durumları regresyon eşitliği ile ortaya konulmuş ve değişimde doğrudan etkili olan değişkenlerin tutarlılığı ROC ve T test gibi istatistiksel yöntemler ile test edilmiştir. Lojistik regresyon analizi; bir veya daha fazla bağımsız değişkenle bağımlı değişken arasındaki ilişkiyi göstermektedir. (Hosmer ve Lemeshow, 2000). Lojistik regresyonda, bağımlı değişken ikili kategorik olurken bağımsız değişkenler kategorik veya sürekli olabilirler. lojistik dönüşümü aşağıdaki biçimde gösterilebilir (Hosmer ve Lemeshow 2000, Oğuzlar 2005, Cengiz vd. 2017).

$$\text{Logit}(p_i) = \log ( p_i / 1 - p_i )$$

$$\log ( p_i / 1 - p_i ) = Z_i = \sum_{k=0}^p \beta_k X_{ik}$$

$$\frac{p_i}{1-p_i} = \frac{1+e^{Z_i}}{1+e^{-Z_i}}$$

Denklem, genelleştirilmiş doğrusal model çerçevesinde bir bağıntı fonksiyonu olarak ele alındığında ve  $x$ 'ler bağımsız değişkenleri göstermek üzere, II. denklem elde edilir (Oğuzlar 2005). Denklemde yer alan  $\text{logit}(p_i)$ ,  $p$  olasılığının lojistik dönüşümünü ifade

etmektedir.  $p \rightarrow 0$  a yaklaştığında,  $\text{logit}(p) \rightarrow -\infty$  a,  $p \rightarrow 1$  e yaklaştığında ise  $\text{logit}(p) \rightarrow +\infty$  a yaklaşmaktadır.  $p$ , bağımlı değişkenin 1 değerini alma olasılığını,  $1-p$ , bağımlı değişkeninin 0 değerini alma olasılığını göstermek üzere  $p$ ' nin  $1-p$ ' ye oranı bahis oranı (odds ratio) olarak adlandırılır ve III. denklemdaki gibi elde edilir (Oğuzlar 2005, Cengiz vd. 2017). Odds (bahis oranı) 1' e yakın çıkan değişkenler bağımlı değişkenin (Y'nin) değişimine önemli bir katkısı olmayan değişkenler olarak tanımlanmıştır. Çalışmada bağımlı değişkeni etkileme durumu önemsiz değişkenler çıkarılarak bir sonraki aşamada daha az değişken kullanılmıştır.

### **3.2.2 Kentsel peyzaj desen değişiminin modellenmesi**

Desen değişiminin modellenmesi aşaması, 2 alt aşamadan oluşmaktadır. Sırasıyla çok zamanlı arazi kullanımı/arazi örtüsü (AK/AÖ) Markov geçiş matrislerinin oluşturulması ve desen değişiminde etkili olan değişkenler ve Markov geçiş matrisleri kullanılarak Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (ÇKYSA) tekniği ile sistemin eğitilmesi ve Hüresel Otomasyon (HO) geçiş kurallarının (ağırlıkların) belirlenmesi işlemleridir (Şekil 3.21).

#### **3.2.2.1 AK/AÖ Markov geçiş matrislerinin oluşturulması**

Markov Chain (Markov Zinciri) analizi (MCA), tahmini değişim modeli için kullanılan gözle görülebilir, stokastik (raslantısal) modelleme süreçlerinin bir toplamıdır. Geçmişte ve şimdiki zamanda meydana gelen değişikliklerden yararlanılarak gelecekteki olasılıkları tahmin etmek Markov Chain analizinin temelini oluşturmaktadır. Analize göre; eğer bir alan, belirli bir zamanda, belirli bir arazi kullanım türünü temsil eden birtakım hürelere bölünmüşse, zaman aralıkları arasında gözlemlenen verilere dayanarak, MCA, bir hücrenin belirli bir zaman süresi içinde bir arazi kullanımı kategorisinden, bir diğerine değişim olasılığını hesaplar. Bir durumdan, diğer bir duruma değişim olasılığı, geçiş olarak adlandırılır. MCA, kullanılarak bir arazi kategorisinden, diğer bir arazi kategorisine geçiş olasılığını içeren geçiş matrisleri (transition matrix) ve bu matristen hareketle de her bir arazi kullanım kategorisi için hücre sayılarında meydana gelebilecek değişimler hesaplanmıştır. (Cengiz ve Yılmaz 2016).

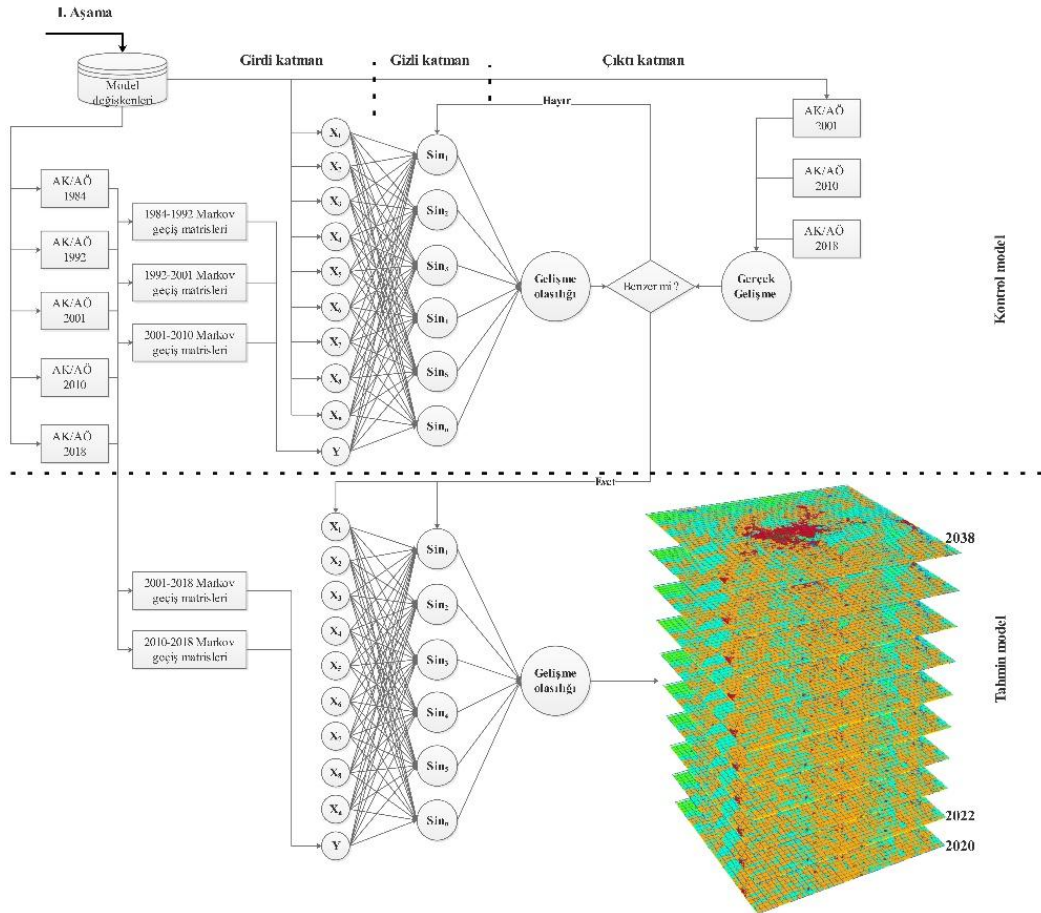
## CA\_Markov tabanlı büyüme modeli

$$P = P_{ij} = \begin{bmatrix} P_{11} & P_{12} & \dots & P_{1n} \\ P_{21} & P_{22} & \dots & P_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ P_{n1} & P_{n2} & \dots & P_{nn} \end{bmatrix}, \sum_{j=1}^n P_{ij} = 1$$

Bir MCA geçiş matrisi “P” şu şekilde ifade edilir;

P; MCA geçiş matrisi,  $P_{i,j}$ ; Birinci ve ikinci zaman periyodunda arazi örtüsü tipi,  $P_{ij}$ ; Arazi kullanım tipi “i” den arazi kullanım tipi “j” ye geçiş olasılığı

Sonuç olarak, MCA belirli zaman periyodları arasındaki arazi kullanım kategorilerindeki değişimden yararlanarak, gelecek arazi kullanım kategorileri hakkında geçiş olasılıkları belirlemek için kullanılmaktadır. MCA, arazi kullanım değişimine neden olan değişkenleri dikkate almadığından, arazi kullanım değişiminin modellenmesinde tek başına etkili bir yöntem değildir.



Şekil 3.21 Peyzaj desen değişiminin modellenmesi

### 3.2.2.2 ÇKYSA tekniği ile sistemin eğitilmesi ve HO geçiş kurallarının belirlenmesi

Bu alt aşamada, bir önceki aşamada elde edilen kentsel arazi kullanım bağlamında ortaya çıkan desen değişiminde doğrudan etkili olan değişkenler ve AK/AÖ markov geçiş matrisleri kullanılarak desen değişim modeli eğitilmiştir. Araştırmada kullanılan ÇKYSA modeli, 1 girdi katmanı, 1 ya da 2 gizli katman ve 1 çıktı katmanından oluşmaktadır. Girdi katmanındaki her bir değişken bir sinirle bağlantılı ve [0,1] aralığında ölçeklenerek kullanılmıştır. Gizli katman sayısında herhangi bir sınırlama bulunmamakta ve gizli katmandaki gerekli sinir sayısı başlangıçta rasgele seçilerek ve doğru sinir sayısı deneme yanılma yoluyla belirlenmiştir. Çıktı katmanı, arazi kullanım değişikliği göz önünde bulundurularak geçiş kuralları haritasına karşılık gelen sadece tek bir siniri döndürmüştür. Eğitim veri setinde, istenen (hedef) değerler çıktı katmanında arazi kullanımında değişiklik meydana gelen hücre için 1; değişikliğe uğramayan hücreler için 0 olarak kaydedilmiştir.

Araştırmada ÇKYSA ile tahmin edilen ve gerçek değer arasındaki farkını (eğitim hatasını) en aza indirmek amacıyla gizli katmandaki sinir sayısı ayarlanmıştır. Sinir sayısının ayarlanması, hata farkı önceden belirlenmiş bir değer altına düşünceye ki çalışma özelinde maksimum hata payı %20 (Doğruluk %80) olana kadar sürdürülmüştür (Almeida ve Gleriani 2005, Lin vd. 2005; Hedge vd. 2008, Okwuashi vd. 2012). Model belirlenen hata payına veya daha altında bir değere ulaştığında, başka bir ifadeyle sistem kararlı bir yapıya geçtiğinde, elde edilen katman ağırlıkları (HO geçiş kuralları) kullanılarak modelin gelecek için tahmin yapması sağlanmıştır. Daha açık bir ifadeyle, modelde, önce bilinen zaman aralıklarına göre kontrol modeller oluşturulmuş ve ardından kabul edilebilir hata payına sahip sistem kullanılarak gelecek zaman için tahmin modeller oluşturulmuştur. Tahmin modelde, gelecek zaman aralığı, girdi veri zaman aralıklarının mutlak farkına göre belirlenmiş ve iterasyon miktarı 2 ile sınırlı tutularak hata farkının katlanarak büyümesinin önüne geçilmiştir. Araştırma özelinde, tahmin modelin ulaşacağı en üst zaman aralığı, 1984 -2001-2018 yıllarına ait verilerin kullanılması ile 2038 yılı olarak belirlenmiştir.

### **3.2.3 Peyzaj desen değişiminin, peyzaj süreci üzerindeki etkisinin belirlenmesi**

Bu aşamada ilk olarak daha önceki aşamada belirlenmiş çok zamanlı (1984-2001-2018) peyzaj desen haritaları ve geçiş matrisleri üzerinden peyzaj metrikleri, kentsel metrikler, yüzey sıcaklık bilgileri kullanılarak desen değişiminin peyzaj süreçleri üzerinde yarattığı etki belirlenmiş daha sonra hesaplanan etki oranları ile simülasyon sonuçları arasında ilişki kurularak gelecekte yaşanacak desen değişiminin peyzaj süreçleri üzerindeki olası etkileri tartışılmıştır. Araştırmada kullanılan **peyzaj süreçleri** ile kastedilen vurgu (ki McGarigal'a (2005) göre peyzaj süreci, göz önüne alınan fenomen tarafından tanımlanan ve çok sayıda farklı şey ifade edebilir) genel olarak peyzajların insanlara sağladığı biyolojik çeşitlilik, besin maddelerini geri dönüştürmek ve karbonu döngüsü ve temiz su üretmek gibi hizmet fonksiyonlarının incelenmesidir.

#### **3.2.3.1 Kentsel desen değişiminin ölçülmesi**

Araştırmada kentsel büyüme dinamiklerinin ve kent morfolojisinin daha net anlaşılması için kentsel yayılma, kentsel uzantı, kentsel yoğunluk ve yakınlık-açıklık değerleri kentsel metrikler kullanılarak ölçülmüştür. Kentsel metriklerin ölçülmesi için Fragstat ve Patch Analysis gibi mekânsal ölçüm yazılımları olmadığından bu tez çalışmasına özgü olarak kentsel yayılma, kentsel uzantı, kentsel yoğunluk ve yakınlık-açıklık değerlerine ilişkin çizelge 3.7'de verilen tanımlamalar formüle edilerek ArcMap yazılımına entegre olarak çalışan ölçüm modülü üretilmiştir (Şekil 3.22).

#### **3.2.3.2 Desen değişiminin biyoçeşitlilik üzerine etkisinin belirlenmesi**

Desen değişiminin biyoçeşitlilik üzerindeki etkilerinin belirlenmesi aşamasında, çok zamanlı (1984 ve 2038) peyzaj desen haritaları (düzey 1) alan, kenar ve şekil özelliklerini inceleyen peyzaj metrikleriyle UNIX tabanlı Fragstat 4.2 programında hareketli pencere (Moving window) özelliği kullanılarak farklı ölçekler baz alınarak hesaplanmıştır (Tağıl vd. 2016 Cengiz vd. 2017). Araştırmada sınıf, peyzaj ve leke düzeyinde (leke düzeyinde hareketli pencere özelliği kullanılmamıştır) desen

değişiminin biyoçeşitlilik üzerindeki etkisinin ölçülmesinde en çok kullanılan 31 peyzaj metriği kullanılmıştır (Çizelge 3.8).

**(Kentsel alan Raster girdi)**

Uzay  
Bu araç elektronik planlama ve kentsel planlama çalışmalarında kullanılmaktadır.

Syntax  
KentselAlanRaster([KentselAlanRaster\_girdi, ZMan\_3], MainUrbanCore, SecondaryUrbanCore, UrbanCoreP, [Expression\_Type], ZMan\_1, UrbanFringe, L\_Zaman\_Yollar, RibbonDevelopment, ScatterDevelopment, UrbanSprawType)

Parametre	Explanation	Data Type
KentselAlanRaster_girdi	31 well Binary formatte (çaprazlık raster veya) Buken vektörleri. Vektör kentsel alan 1, kentsel alanlar 2 içermektedir.	Feature Class
ZMan_3 (optional)	There is no python reference for this parameter.	SQL Expression
MainUrbanCore	There is no python reference for this parameter.	Feature Class
SecondaryUrbanCore	There is no python reference for this parameter.	Feature Class
UrbanCoreP	There is no python reference for this parameter.	Feature Class
Expression_Type (optional)	There is no explanation for this parameter.	String
ZMan_1	There is no python reference for this parameter.	SQL Expression
UrbanFringe	There is no python reference for this parameter.	Feature Class
L_Zaman_Yollar	There is no python reference for this parameter.	Feature Class
RibbonDevelopment	There is no python reference for this parameter.	Feature Class
ScatterDevelopment	There is no python reference for this parameter.	Feature Class
UrbanSprawType	There is no python reference for this parameter.	Feature Class or Table

```

Code
... # Set the necessary product code
... # import arcinfo
...
... # Import arcpy module
... import arcpy
...
... # Script arguments
... v_Kentsel_alan_Raster_girdi_ = arcpy.GetParameterAsText(0)
... if v_Kentsel_alan_Raster_girdi_ == '#' or not v_Kentsel_alan_Raster_girdi_ :
...     v_Kentsel_alan_Raster_girdi_ = "1984.tif" # provide a default value if unspecified
...
... Ifade_3 = arcpy.GetParameterAsText(1)
... if Ifade_3 == '#' or not Ifade_3:
...     Ifade_3 = "[Alan2] =(SELECT MAX( [Alan1] ) FROM UrbanCoreP)" # provide a default value if
unspecified
...
... MainUrbanCore = arcpy.GetParameterAsText(2)
... if MainUrbanCore == '#' or not MainUrbanCore:
...     MainUrbanCore = "D:\3-DoktorVeri\1-UrbanSprawTool\Kentsel Yayılma Tipleri
Final.mdb\MainUrbanCore" # provide a default value if unspecified
...
...
... SecondaryUrbanCore = arcpy.GetParameterAsText(3)
... if SecondaryUrbanCore == '#' or not SecondaryUrbanCore:
...     SecondaryUrbanCore = "D:\3-DoktorVeri\1-UrbanSprawTool\Kentsel Yayılma Tipleri
Final.mdb\SecondaryUrbanCore" # provide a default value if unspecified
...
... UrbanCoreP = arcpy.GetParameterAsText(4)
... if UrbanCoreP == '#' or not UrbanCoreP:
...     UrbanCoreP = "D:\3-DoktorVeri\1-UrbanSprawTool\Kentsel Yayılma Tipleri
Sil.mdb\UrbanCoreP" # provide a default value if unspecified
...
... Expression_Type = arcpy.GetParameterAsText(5)
... if Expression_Type == '#' or not Expression_Type:
...     Expression_Type = "PYTHON" # provide a default value if unspecified
...
... Ifade_1 = arcpy.GetParameterAsText(6)
... if Ifade_1 == '#' or not Ifade_1:
...     Ifade_1 = "!shape.area!" # provide a default value if unspecified
...
... UrbanFringe = arcpy.GetParameterAsText(7)
... if UrbanFringe == '#' or not UrbanFringe:
...     UrbanFringe = "D:\3-DoktorVeri\1-UrbanSprawTool\Kentsel Yayılma Tipleri
Final.mdb\UrbanFringe" # provide a default value if unspecified
...
... v1_Zaman_Yollar = arcpy.GetParameterAsText(8)
    
```

Şekil 3.22 Kentsel metrik ölçüm modülü ara yüzü

Çizelge 3.7 Araştırmada kullanılan kentsel metrikler

Kentsel metrikler	Tanım
<b>Yayılma metrikleri</b>	
Ana kentsel çekirdek	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %50'den fazla kentsel alana sahip en büyük bütünleşik leke
İkincil kentsel çekirdek	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %50'den fazla kentsel alana sahip ikincil bütünleşik lekeler
Kentsel saçaklanma	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %30'den fazla kentsel alana sahip lekeler
Çizgisel gelişim	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %30'den az ve yola 100 metreden yakın olan lekeler
Dağınık gelişim	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %30'den az kentsel alana sahip lekeler
<b>Kentsel uzantı metrikleri</b>	
Geçirimsiz yüzeyler	Arazi örtüsü üzerindeki tüm geçirimsiz yüzeyler
Kentleşmiş alan	Tüm geçirimsiz yüzeyler+kentsel açık alanların toplamı
Kentsel açık alanlar	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %50'den fazla kentsel alan komşu olan geçirimli yüzey
Kentsel ayak izi	Kentleşmiş alan+Perifer açık alan
Perifer açık alan	Kentsel alan çeperinin 100 metre dışındaki geçirimli yüzeyler
<b>Yoğunluk metrikleri</b>	
Geçirimsiz yüzeylerin yoğunluğu	Toplam kent nüfusunun geçirimsiz yüzey alanına bölünmesi
Kentleşmiş alanları yoğunluğu	Toplam kent nüfusunun kentleşmiş alana bölünmesi
Kentsel ayak izinin yoğunluğu	Toplam kent nüfusunun kentsel ayak izi alanına bölünmesi
<b>Yakınlık-Açıklık metrikleri</b>	
Boşluk doldurmalı büyüme	T <sub>1</sub> zamanı için kentsel açık olan T <sub>2</sub> zamanı için kentleşmiş alanlar boşluk doldurmalı büyümenin yaşandığı alanlardır.
Uzantıda büyüme	T <sub>1</sub> zamanında kent olmayan ve bu zamanda kentsel ayak izinin içerisindeki açık alanların T <sub>2</sub> zamanında kentsel alana dönüşmesi sonucunda gerçekleşen büyüme tipi
Sıçramalı büyüme	T <sub>1</sub> zamanında kent olmayan ve kentsel ayak izinde bulunmayan ancak T <sub>2</sub> zamanında kentsel olan alanları ifade etmektedir.
Toplam büyüme	İki zaman arasındaki toplam kentsel büyüme alanlarını ifade etmektedir.



Çizelge 3.8 Araştırmada kullanılan peyzaj metrikleri

<b>Alan ve Kenar Metrikleri</b>
<b>Toplam Alan (Total Area- TA)</b>
<b>En Büyük Leke indeksi (Largest Patch Index-LPI)</b>
<b>Peyzaj Yüzdesi (Percentage of Landscape -PLAND)</b>
<b>Toplam Kenar (Total Edge-TE)</b>
<b>Kenar Yoğunluğu (Edge Density-ED)</b>
<b>Ortalama Leke Alan Dağılımı (Mean Patch Area Distribution-AREA-MN)</b>
<b>Dönme Dağılımının Ortalama Çapı (Mean Radius of Gyration Distribution-GYRATE-MN)</b>
<b>Şekil Metrikleri</b>
<b>Ortalama Şekil indeksi (Shape Index-SHAPE)</b>
<b>Bitişiklik indeksi (Contiguity Index-CONTIG)</b>
<b>Fraktal Boyut indeksi</b>
<b>Dairesellik indeksi (The related circumscribing circle -CIRCLE)</b>
<b>Çevre-Alan Fraktal Boyut indeksi (Perimeter-area fractal dimension -PAFRAC)</b>
<b>Merkezi Alan Metrikleri</b>
<b>Toplam Merkez Alanı (Total Core Area-TCA)</b>
<b>Merkez Alan Sayısı (Number of Disjunct Core Areas- N CORE)</b>
<b>Parçalanmış Merkez Alan Yoğunluğu (Disjunct Core Area Density-DCAD)</b>
<b>Merkezi Alan Dağılımı (Core Area Distribution- CORE)</b>
<b>Parçalı Merkezi Alan Dağılımı (Disjunct Core Area Distribution- DCORE)</b>
<b>Merkezi Alan Yüzdesi (Core Area Percentage of Landscape-CPLAND)</b>
<b>Ortalama Merkezi Alan Dağılımı (Core Area Distribution CORE-MN)</b>
<b>Ortalama Parçalı Merkezi Alan Dağılımı (Disjunct Core Area Distribution -DCORE-MN)</b>
<b>Kümelenme Metrikleri</b>
<b>Öklid En Yakın Komşu Mesafe Dağılımı (Euclidean Nearest Neighbor Distance Distribution -ENN)</b>
<b>Yakınlık Endeksi Dağılımı (Proximity Index Distribution -PROX)</b>
<b>Çeşitlilik Ölçümleri</b>
<b>Leke zenginliği (Patch richness -PR)</b>
<b>Leke zenginlik yoğunluğu (Patch richness density -PRD)</b>
<b>Bağıl leke zenginliği (Relative patch richness -RPR)</b>
<b>Shannon eşitlik indeksi (Shannon's evenness index, (SHEI))</b>
<b>Simpson eşitlik indeksi (Simpson's evenness index, (SIEI))</b>
<b>Geliştirilmiş Simpson eşitlik indeksi (Modified Simpson's evenness index, (MSIEI))</b>
<b>Shannon çeşitlilik indeksi (Shannon's diversity index (SHDI))</b>
<b>Simpson çeşitlilik indeksi (Simpson's diversity index (SIDI))</b>
<b>Geliştirilmiş Simpson çeşitlilik indeksi (Modified Simpson's diversity index (MSIDI))</b>

### 3.2.3.3 Desen değişiminin yüzey sıcaklığına üzerindeki etkisinin belirlenmesi

Bu aşamada, 1984,2001 ve 2018 yılları arasında meydana gelen desen değişiminin, yüzey sıcaklıkları üzerindeki etkisi irdelenerek kentsel ısı adası oluşumları takip edilmiştir. Bu aşamada yüzey sıcaklarının oluşturulmasında 1984,2001 ve 2018 Eylül aylarına ait Landsat uydu görüntülerinin Thermal bantları ve Red, NIR bantları ile oluşturulan indeksler kullanılmıştır. Yüzey sıcakların oluşturulmasında Arazi için Yüzey Enerji Dengesi Algoritması (**Surface Energy Balance Algorithm for Land (SEBAL)**) tekniğinden yararlanılmıştır (Allen vd. 2002).

Araştırmada yüzey sıcaklıklarının belirlenmek için TM (6. Bant), ETM (6. Bant) ve OLI (10-11. Bant) sensörlerine ait termal bantlar kullanılmıştır.

a- Termal bantlara ait dijital numaraları (DN) spektral ışınımaya dönüştürmek için aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplama yapılmıştır.

$$L_{\lambda} = M_L * Q_{CAL} + A_L$$

Eşitlikte,  $L_{\lambda}$ ; Spektral parlaklık (Radiance)  $M_L$ ; Meta verilerden banda özgü çarpımsal yeniden ölçekleme faktörü,  $A_L$ ; Meta verilerden banda özel katkı toplamı faktörü ve  $Q_{CAL}$ ; Nicelenmiş ve kalibre edilmiş standart ürün piksel değerlerini dijital numarayı (DN) ifade etmektedir.

b- Bu aşamadan sonra Thermal band ait ilgili görüntünün Red ve NIR bandlarına ait DN değerleri Spectral yansıma değerine dönüştürülerek bu bantlar üzerinden NDVI indeksi hesaplanmış ve ilgili yıllar için ortalama NDVI değerleri bulunmuştur (1984 için 0,14, 2001 için 0,15 ve 2018 için 0,23). Bu aşamadan sonra ilgili yıllar için NIR ve Red bantları kullanılarak lineer regresyon eşitliği ile NIR ve Red arasındaki eğim hesaplanarak WdVI indeksi oluşturulmuştur (Vejetasyon indeksleri bölümünde açıklanmıştır). NDVI ve WdVI indeksleri kullanılarak Vejetasyon indeksleri bölümünde açıklan “L” katsayı hesaplanmış ve buradan da SAVI indeksi hesaplanmıştır. Oluşturulan SAVI indeksinin ortalama değerleri tespit edilerek ki üç yıl içinde **SAVI <0,817** olduğundan **LAI=11\*(SAVI)^3** formülü ile her yıl için

hesaplanmış ve ortalama LAI değerleri tespit edilmiştir (1984 için 0,02, 2001 için 0,03 ve 2018 için 0,05).

Her üç yılın ortalama NDVI değeri  $> 0$  ve LAI değeri  $< 3$  olduğundan;

$E_{nb} = 0.97 + 0.0033 * LAI$  eşitliği kullanılarak yayılım katsayısı hesaplanmıştır. Bu aşamadan sonra aşağıdaki formül kullanılarak  $R_c$  katsayısı üretilmiştir.

$R_c = L_\lambda - (1 - E_{nb})$  formüldeki " $L_\lambda$ " bir önceki madde de hesaplanan Spectral parlaklık değeridir.

c- Spektral ışınım önce kelvin derecesine ardından celsius derecesine dönüştürmek için aşağıdaki eşitlik, kullanılarak oluşturularak hesaplama yapılmıştır.

$$T = (K_2 / \ln ((E_{nb} * K_1) / R_c) + 1) - 273.15$$

Eşitlikte, **T**; Yüzey sıcaklığı (celsius), **K<sub>1</sub>**; Meta verilerden banda özgü termal dönüşüm sabiti (1984 için 607,76 ,2001 için 666,09 ve 2018 için 774,89), **K<sub>2</sub>**; Meta verilerden banda özgü termal dönüşüm sabiti, (1984 için 1260,56 ,2001 için 1282,71 ve 2018 için 1321,08) ve "**-273.15**" Kelvin derecesini celsius'a çevirme sabitini ifade etmektedir.

d- Her bir yıl için yüzey sıcaklıkları belirlendikten sonra arazi kullanım kategorileri için en yüksek ve en düşük yüzey sıcaklık aralıkları belirlenerek özellikle kentsel arazi kullanım kategorileri arasındaki yüzey sıcaklık farklılıkları incelenerek kentsel ısı adası etkileri incelenmiş ve gelecekte yaşanacak desen değişiminin yüzey sıcaklığına etkisi irdelenmiştir.

## 4. BULGULAR

### 4.1 Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişimi

Bu başlık altında çalışma alanı sınırları içerisinde 34 yıllık zaman aralığında arazi kullanımı/örtüsünde (AKAÖ) yaşanan değişime ilişkin bulgular aktarılarak araştırmanın yöntem bölümünde ifade edildiği gibi 1984-2001-2018 yıllarını kapsayacak şekilde 17 yıllık aralıklar ile 3 farklı düzeyde değişim ortaya konulmuştur. Düzey 1’de 1. Yapay yüzeyler, 2. Açık yeşil alanlar, 3. Tarım alanları, 4.Seyrek vejetasyon alanları, 5. Orman alanları ve 6. Su yüzeyleri ve vejetasyonu olmak üzere altı kategori incelenmiştir. Düzey 2’de 1.1. Kentsel doku, 1.2. Üretim alanları, 1.3. Ulaşım ağları, 1.4. Açık yeşil alanlar, 2.1. Kuru tarım alanları, 2.2. Nadas tarım alanları, 2.3. Sulu tarım alanları, 3.1.Çıplak yüzeyler, 3.2.Orman alanları, 3.3.Çayır ve mera alanları, 4.1.Su yüzeyleri, 4.2.Akarsular ve 4.3.Islak alan vejetasyonu olmak üzere on üç kategori incelenmiştir. Düzey 3’de 1.1.1.Sürekli kentsel doku, 1.1.2.Kesintili kentsel doku, 1.2.1.Endüstriyel alanlar, 1.2.2. Maden ve inşaat alanları, 1.3.1.Havaalanı, 1.3.2.Yollar, 1.4.1.Açık alanlar, 1.4.2.Kentsel yeşiller, 1.4.3.Kent ağaçları, 2.1.Kuru tarım alanları, 2.2.Nadas tarım alanları, 2.3.Sulu tarım alanları, 3.1.Çıplak yüzeyler, 3.2.Orman alanları, 3.3.Çayır ve mera alanları, 4.1.Su yüzeyleri, 4.2.Akarsular ve 4.3.Islak alan vejetasyonu olmak üzere toplam on sekiz kategori 1984, 2001 ve 2018 yılları için incelenmiştir. Her bir yıl için önce Düzey 3’te üretilen arazi kullanım kategorileri daha sonra kendi aralarında gruplandırılarak Düzey 2 ve Düzey 1 kategorileri oluşturulmuştur.

Düzey 3 arazi kullanım kategorilerinin sınıflandırma doğruluğu 1984 için %92, 2001 için %91 ve 2018 yılı için %95 olarak hesaplanmıştır. Sınıflandırma sonuçlarının doğruluğunu test etmek için hesaplan karışıklık matrisleri (confusion matrix) 1984 ve 2001 yılları için kullanıcı tarafından belirlenen ilgi bölgelerine (region of interest) göre hesaplanmıştır. 2018 yılına karışıklık matrisi ise Ağustos 2018 ve 2017 yıllarında yapılan arazi çalışmalarında alınan sistematik yer kontrol noktaları, Google Earth üzerinden alınan örnekler ve kullanıcı tarafından belirlenen ilgi bölgeleri kullanılarak hesaplanmıştır (Çizelge 4.1).

Çizelge 4.1 2018 yılı için hesaplanan karışıklık matrisi

Kategori	1.1.1.	1.1.2.	1.2.1.	1.2.2.	1.3.1.	1.3.2.	1.4.1.	1.4.2.	1.4.3.	2.1.	2.2.	2.3.	3.1.	3.2.	3.3.	4.1.	4.2.	4.3.	Toplam	K.D*
1.1.1.	<b>5.228</b>	0	127	4	0	58	69	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>5.486</b>	95,30
1.1.2.	0	<b>2.906</b>	0	0	54	0	0	0	0	98	58	0	0	0	0	0	0	0	<b>3.116</b>	93,26
1.2.1.	78	0	<b>3.404</b>	0	0	0	18	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>3.500</b>	97,26
1.2.2.	0	0	0	<b>1.010</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>1.010</b>	100,00
1.3.1.	0	0	0	0	<b>372</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>372</b>	100,00
1.3.2.	82	23	104	0	0	<b>525</b>	35	0	0	28	53	0	0	0	0	0	0	0	<b>850</b>	61,76
1.4.1.	128	218	249	5	4	0	<b>3.372</b>	1	0	121	130	0	0	0	0	0	0	0	<b>4.228</b>	79,75
1.4.2.	23	135	4	0	0	0	26	<b>359</b>	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>554</b>	64,80
1.4.3.	6	0	1	0	0	0	6	8	<b>628</b>	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>649</b>	96,76
2.1.	7	14	14	0	0	0	750	0	0	<b>35.006</b>	2029	12	529	0	152	0	0	0	<b>38.513</b>	90,89
2.2.	212	47	212	4	0	0	2	0	0	421	<b>64.578</b>	1	596	0	0	0	0	0	<b>66.073</b>	97,74
2.3.	0	1	0	0	0	0	0	0	0	4	31	<b>4.192</b>	0	0	0	0	0	0	<b>4.228</b>	99,15
3.1.	19	72	21	4	0	0	59	0	0	352	379	0	<b>20.336</b>	2	42	0	0	0	<b>21.286</b>	95,54
3.2.	0	73	0	0	0	0	13	0	0	2	5	9	12	<b>15.940</b>	32	0	0	8	<b>16.094</b>	99,04
3.3.	4	3	16	0	0	2	10	0	0	0	2	0	20	442	<b>4.360</b>	0	0	4	<b>4.863</b>	89,66
4.1.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<b>5.180</b>	0	0	<b>5.180</b>	100,00
4.2.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	<b>270</b>	0	<b>272</b>	99,26
4.3.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	32	0	58	0	3	0	<b>753</b>	<b>846</b>	89,01
Toplam	<b>5.787</b>	<b>3.492</b>	<b>4.152</b>	<b>1.027</b>	<b>430</b>	<b>585</b>	<b>4.360</b>	<b>368</b>	<b>635</b>	<b>36.032</b>	<b>67.265</b>	<b>4.248</b>	<b>21.493</b>	<b>16.442</b>	<b>4.586</b>	<b>5.183</b>	<b>270</b>	<b>765</b>	<b>177.120</b>	<b>91.62</b>
Ü.D*	90,34	83,22	81,98	98,34	86,51	89,74	77,34	97,55	98,90	97,15	96,01	98,68	94,62	96,95	95,07	99,94	100,00	98,43	<b>93,38</b>	
<b>Ü.D* ; Üretici doğruluğu ve K.D* ; Kullanıcı doğruluğu</b>																				
<b>Overall Accuracy = (168.419/177.120) %95,0875</b>																				
<b>Kappa Coefficient = 0,9358</b>																				

#### 4.1.1 Düzey 1 arazi kullanımı/örtüsü değişimi

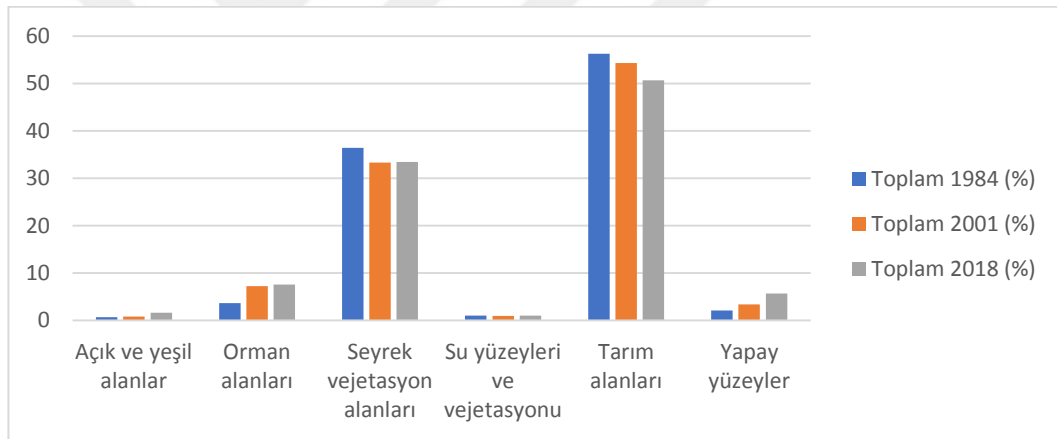
Düzey 1 değişim analizinde toplam 6 arazi kullanım kategorisi üzerinden peyzajdaki alansal değişim analiz edilmiştir (Çizelge 4.2).

Çizelge 4.2 Düzey 1 arazi kullanım kategorilerine ilişkin alansal değişim

Düzey 1 Arazi kullanım kategorileri	1984		2001		2018	
	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran %	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran %	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran %
1.Yapay yüzeyler	255,29	1,89	474,51	3,51	778,68	5,77
2.Açık ve yeşil alanlar	107,85	0,79	131,28	0,97	204,06	1,51
3.Tarım alanları	7588,76	56,27	7291,22	54,06	6830,49	50,65
4.Seyrek vejetasyon alanları	4913,06	36,43	4490,86	33,30	4511,78	33,46
5.Orman alanları	488,20	3,62	971,06	7,20	1021,16	7,57
6.Su yüzeyleri ve vejetasyonu	132,57	0,98	126,81	0,94	139,57	1,03
<b>Toplam</b>	<b>13485,74</b>	<b>100,00</b>	<b>13485,74</b>	<b>100,00</b>	<b>13485,74</b>	<b>100,00</b>

Düzey 1 alansal değişim analizlerine göre açık yeşil alanlar, yapay yüzeyler ve orman alanlarının zamansal değişiminde her üç dönemde de artış gözlenirken seyrek vejetasyon alanları ve tarım alanlarında düşüş görülmektedir (Şekil 4.1). 1984-2001-2018 yıllarını kapsayan arazi örtüsü arazi kullanımında yapay yüzeyler 1984 yılında toplam alanın %1,89'unu, 2001 yılında %3,51'ini ve 2018 yılında %5,77'sini kaplamaktadır (Çizelge 4.1). Yapay yüzeylerin 1984-2001 yılları arasında yılda ortalama artışı 12,89 km<sup>2</sup> iken 2001-2018 yılları arasında yıllık ortalama artış 17,89 km<sup>2</sup> ye karşılık gelmektedir. Tarım alanlarında 1984-2001 yılları arasında 297,54 km<sup>2</sup> (bu dönemde tarım alanlarındaki ortalama yıllık azalış 17,5 km<sup>2</sup> ye karşılık gelmektedir); 2001-2018 yılları arasında 460,7 km<sup>2</sup> azalma yaşanmış ve bu dönemler arasında yıllık ortalama 27,1 km<sup>2</sup>'lik tarımsal alan kaybı yaşanmıştır. Her iki dönemde yıllık tarımsal alan kaybı bu dönemdeki yıllık ortalama yapay yüzey artışından daha fazla gerçekleşmiştir. Bu gösterge, tarım alanlarından sadece yapay yüzeylere değil diğer

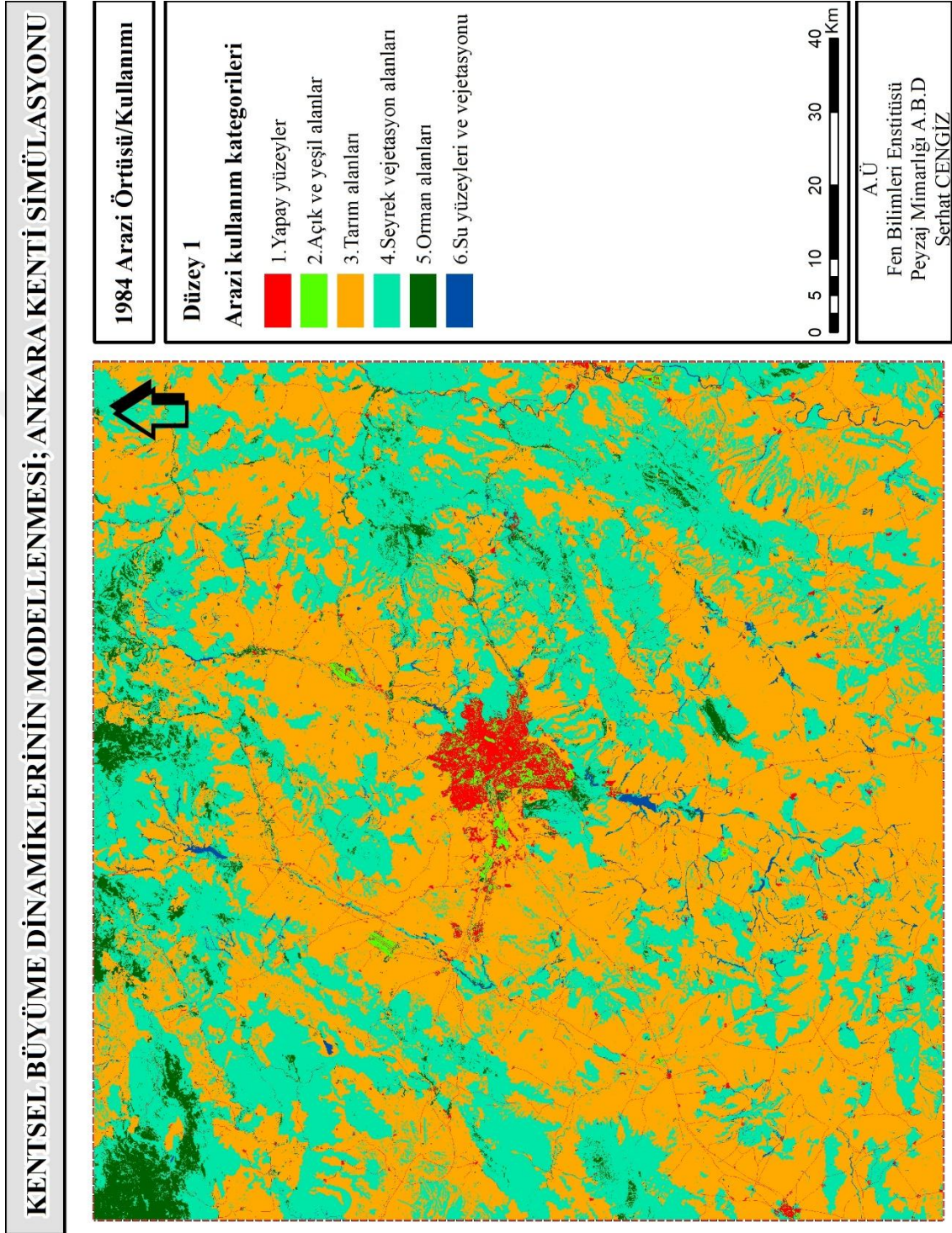
arazi kullanım kategorilerine de geçiş olduğunu ifade etmektedir. Kent içerisindeki açık yeşil alanlarda 1984-2001 yılları arasında 23.43 km<sup>2</sup>; 2001-2018 yılları arasında 72.78 km<sup>2</sup>'lik bir artış yaşanmıştır. Bu gösterge yapay yüzeylerdeki artış ile birlikte değerlendirildiğinde 1984-2001 yılları arasında yapay yüzeyler kategorisinde yaşanan 1 km<sup>2</sup>'lik artışa karşılık açık ve yeşil alanlarda 0,1 km<sup>2</sup>'lik (10ha) bir artış görülmektedir. 2001-2017 dönemlerinde ise her 1 km<sup>2</sup>'lik yapay yüzey artışına karşılık 0,2 km<sup>2</sup>'lik açık yeşil alan artışı yaşanmıştır. Bu göstergede dikkate değer iki unsur bulunmaktadır. Bunlardan birincisi açık ve yeşil alanlar arazi kullanım kategorisindeki artış tarım alanları aleyhinde gerçekleşmektedir. İkincisi ise açık yeşil alan arazi kullanım kategorisi sadece kentsel yeşil alanları değil, etrafı yollar ile çevrilmiş ve komşu lekelerin %50'sinden fazlası yapay yüzey olan üzerinde tarım vb. gibi faaliyetlerin yapılmadığı alanları da kapsamaktadır.



Şekil 4.1 Düzey 1-Alansal değişim

Seyrek vejetasyon alanları 1984-2001 yılları arasında %3 azalarak 4913 km<sup>2</sup>'den 4490 km<sup>2</sup>'ye azalmış ve 2001-2018 yılları arasında %0,46'lık bir artış meydana gelerek 4511 km<sup>2</sup>'lik alana sahip olmuştur. 1984-2001 yılları arasında bu kategorideki azalış aynı dönemde gerçekleşen orman alanlarındaki artış ile birlikte değerlendirildiğinde özellikle çalışma alanının kuzeyinde bulunan seyrek vejetasyon alanlarının ağaçlandırma sahası olarak değerlendirildiği sonucuna varılmaktadır (Şekil 4.2,4.3,4.4). 1984-2001 yıllarında orman alanlarında yaklaşık %98'lik bir alansal artış gözlenirken 2001-2017 yılında yaklaşık %5'lik bir artış yaşanmıştır. Bu durum orman alanlarının artış hızının 2001-2018 döneminde azaldığını göstermektedir. Su yüzeyleri ve vejetasyonunda ise

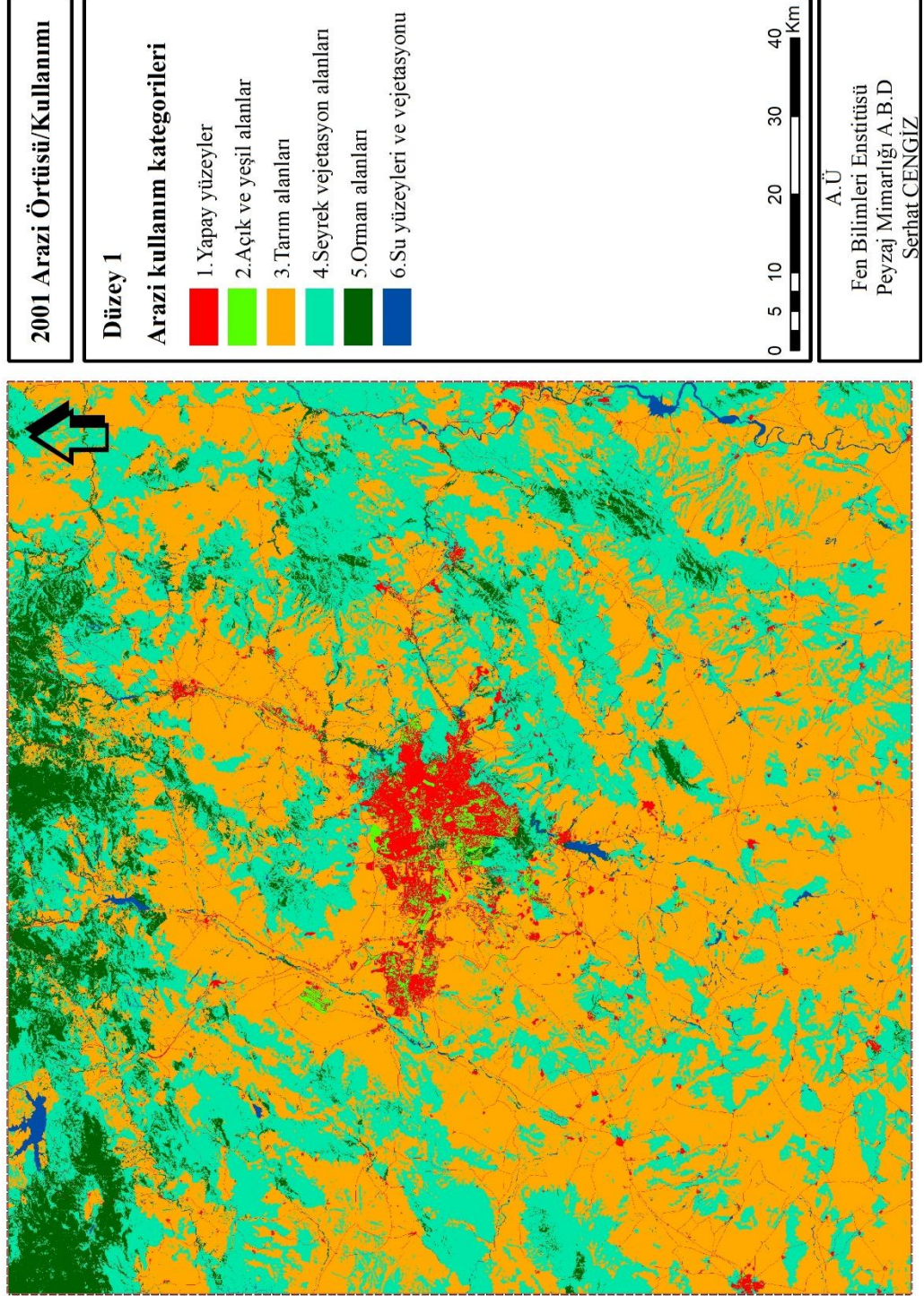
her iki dönemde hemen hemen bir değişim görülmemektedir. Bu sınıf her üç dönemde tüm peyzaj alanının %1'ini kaplamaktadır.



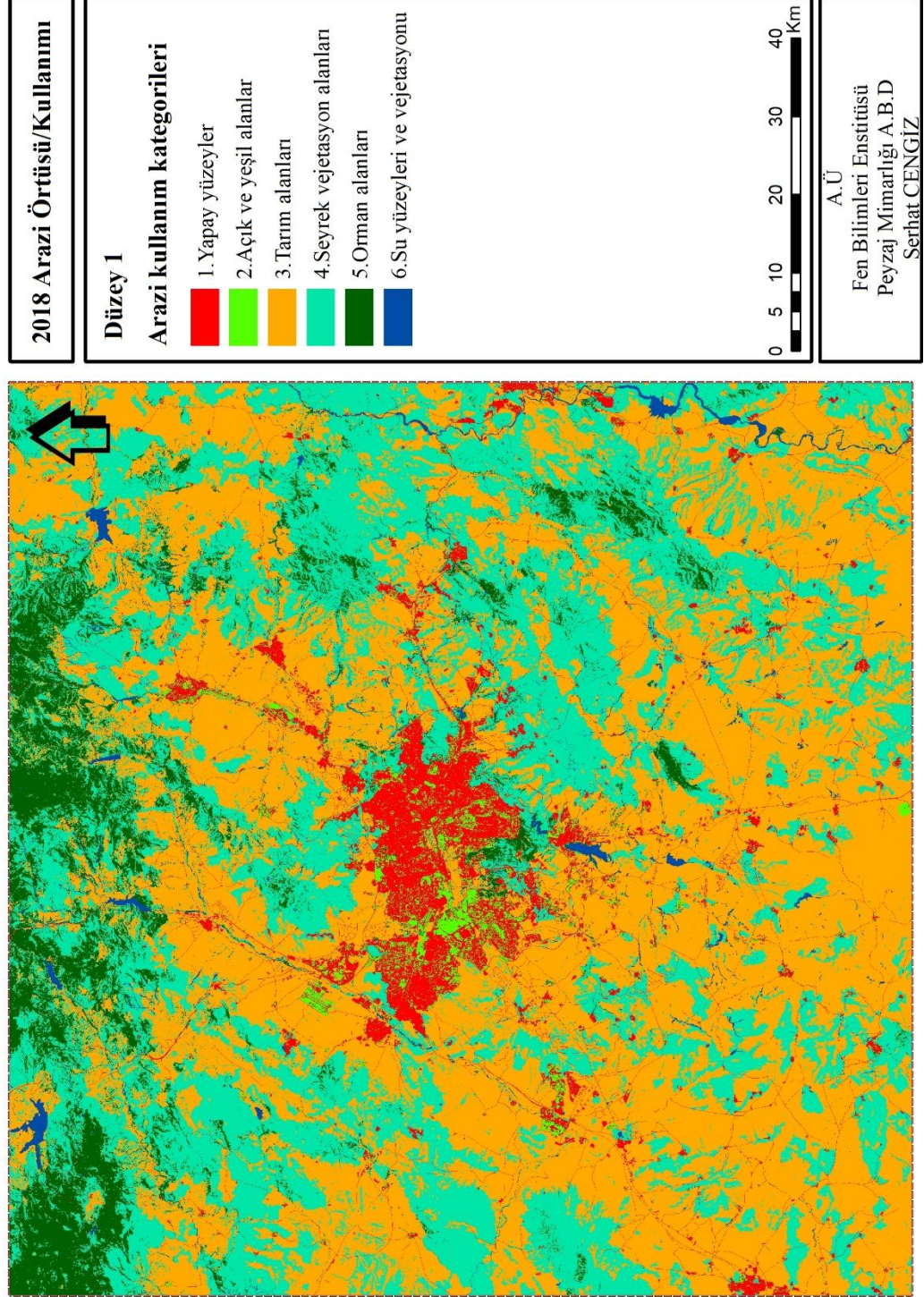
Şekil 4.2 1984 Düzey 1 arazi kullanım durumu



**KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU**



Şekil 4.3 2001 Düzey 1 arazi kullanım durumu



Şekil 4.4 2018 Düzyey 1 arazi kullanım durumu

#### 4.1.2 Düzey 2 arazi kullanımı/örtüsü değişimi

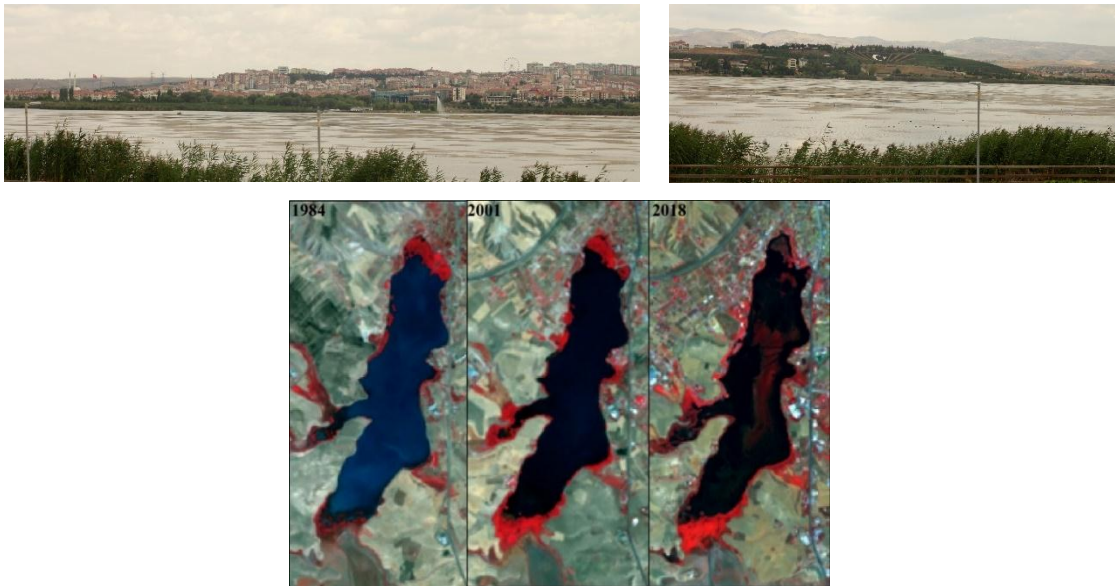
Düzey 2 değişim analizinde toplam 13 arazi kullanım kategorisi değerlendirilmiştir. (Çizelge 4.3).

Çizelge 4.3 Düzey 2 arazi kullanım kategorilerine ilişkin alansal değişim

Düzey 2 Arazi kullanım kategorileri	1984		2001		2018	
	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran %	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran %	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran %
1.1.Kentsel doku	161,12	1,19	266,79	1,98	434,75	3,22
1.2.Üretim alanları	16,96	0,12	63,54	0,47	155,28	1,15
1.3.Ulaşım ağları	77,21	0,57	144,19	1,07	188,64	1,39
1.4.Açık ve yeşil alanlar	107,85	0,8	131,28	0,97	204,06	1,51
2.1.Kuru tarım alanları	2157,92	16,00	1872,5	13,88	1826,14	13,54
2.2.Nadas tarım alanları	5202,25	38,58	5227,39	38,77	4538,77	33,66
2.3.Sulu tarım alanları	228,58	1,70	191,33	1,42	465,58	3,45
3.1.Çıplak yüzeyler	2162,11	16,03	2007,60	14,88	1922,76	14,26
3.2.Orman alanları	488,20	3,62	971,06	7,20	1021,16	7,57
3.3.Çayır ve mera alanları	2750,95	20,39	2483,25	18,41	2589,02	19,20
4.1.Su yüzeyleri	16,68	0,12	38,40	0,28	47,87	0,35
4.2.Akarsular	19,44	0,14	27,38	0,20	23,42	0,17
4.3.Islak alan vejetasyonu	96,46	0,72	61,03	0,45	68,29	0,51
<b>Toplam</b>	<b>13485,74</b>	<b>100,00</b>	<b>13485,74</b>	<b>100,00</b>	<b>13485,74</b>	<b>100,00</b>

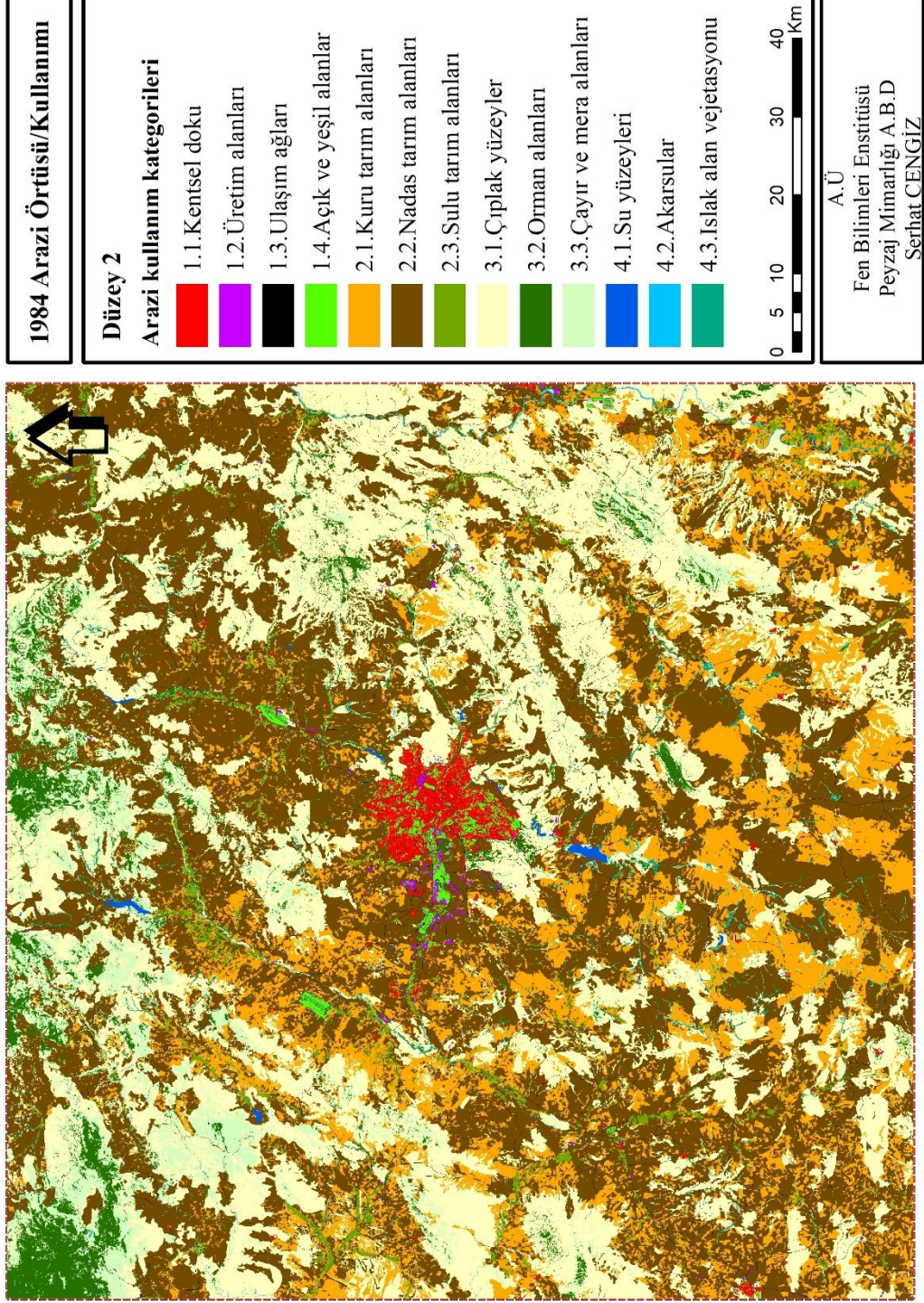
Düzey 2 alansal değişim analizleri ile düzey 1 alansal dağılım kategorileri birlikte incelendiğinde 1984 yılında yapay yüzeylerin %63,6'sını kentsel doku, %6,6'sını üretim alanları; %29,8'i ulaşım ağlarından oluşurken, 2001 yılında tüm yapay yüzeylerin %56,22'sini kentsel doku, %13,39'unu üretim alanları ve %30,39'unu ulaşım ağları oluşturmaktadır. 2018 yılında yapay yüzeylerin %55,83'ü kentsel doku, %19,94'ü üretim alanları ve %24,23'ünü ulaşım ağları oluşturmaktadır. Her üç yıla ait veriler birlikte değerlendirildiğinde, yapay yüzey kategorisi içerisinde kentsel doku oranı zamanla azalırken, üretim alanlarındaki oranının giderek arttığı görülmektedir. Benzer şekilde düzey 1 kategorileri içerisinde tarım alanları her iki dönemde azalmasına karşın düzey 2 kategorilerinde 1984-2001 dönemlerinde kuru tarım alanları ve sulu tarım alanları azalmakta nadas tarım alanları yaklaşık 25 km<sup>2</sup> artmaktadır. 2001-2018

dönemlerinde ise düzey 1 tarım alanları kategorisinde görülen azalma nadas ve kuru tarım alanlarındaki azalmaya karşılık gelmektedir. Bu kategoriye sulu tarım alanları alt kategorisinde yaklaşık 270 km<sup>2</sup>'lik bir artış yaşandığı gözlenmektedir. Bu durum dönemsel olarak şu şekilde yorumlanabilir; 1984-2001 yılları arasında aktif tarım alanları azalırken, pasif tarım alanlarında düşük bir oranda alansal artış gözlemlenmektedir. Her iki sonuç birlikte değerlendirildiğinde aktif tarım alanları bu dönemde kaybolmaktadır. 2001-2018 yıllarında ise kuru tarım gibi aktif tarım alanlarında mevcut azalma eğilimi devam ederken sulu tarım gibi aktif tarım alanlarında %143'lük bir artış meydana gelmiştir. Ortaya çıkan bu veri ile aynı dönemdeki su yüzey alanı artışı ve akarsu alan artışı (ki burada akarsu sınıfı sulama kanalları gibi çizgisel su yollarını da kapsamaktadır) birlikte değerlendirildiğinde, tarım kategorisinin kendi içerisinde yaşadığı geçişkenlik ortaya çıkmaktadır. Düzey 2 kategorilerine ilişkin Çizelge 4.3 incelendiğinde su yüzeyleri ve akarsuların (çizgisel su yolları) her iki dönemde artış göstermesine karşın 1984-2001 yılları arasında ıslak alan vejetasyonu %36'lık bir azalış göstererek 61 km<sup>2</sup>'ye gerilemiştir. Bu kategori 2001-2018 yıllarında ise %11'lik bir artış gerçekleştirerek 61 km<sup>2</sup>'den 68 km<sup>2</sup>'ye ulaşmıştır. Ancak bu artışın en önemli sebebi ıslak vejetasyon sistemlerinin ve ırmak kenarı vejetasyon sisteminin gelişmesi değil su yüzeyleri çanaklarının küçülmesi nedeniyle bu alanlarda vejetasyon örtüsünün gelişmesidir (2018 Ağustos-Eylül aylarında Mogan Gölü' nün yüzey alanının yarısı vejetasyon örtüsü ile kaplıdır (Şekil 4.5 - 4,8).



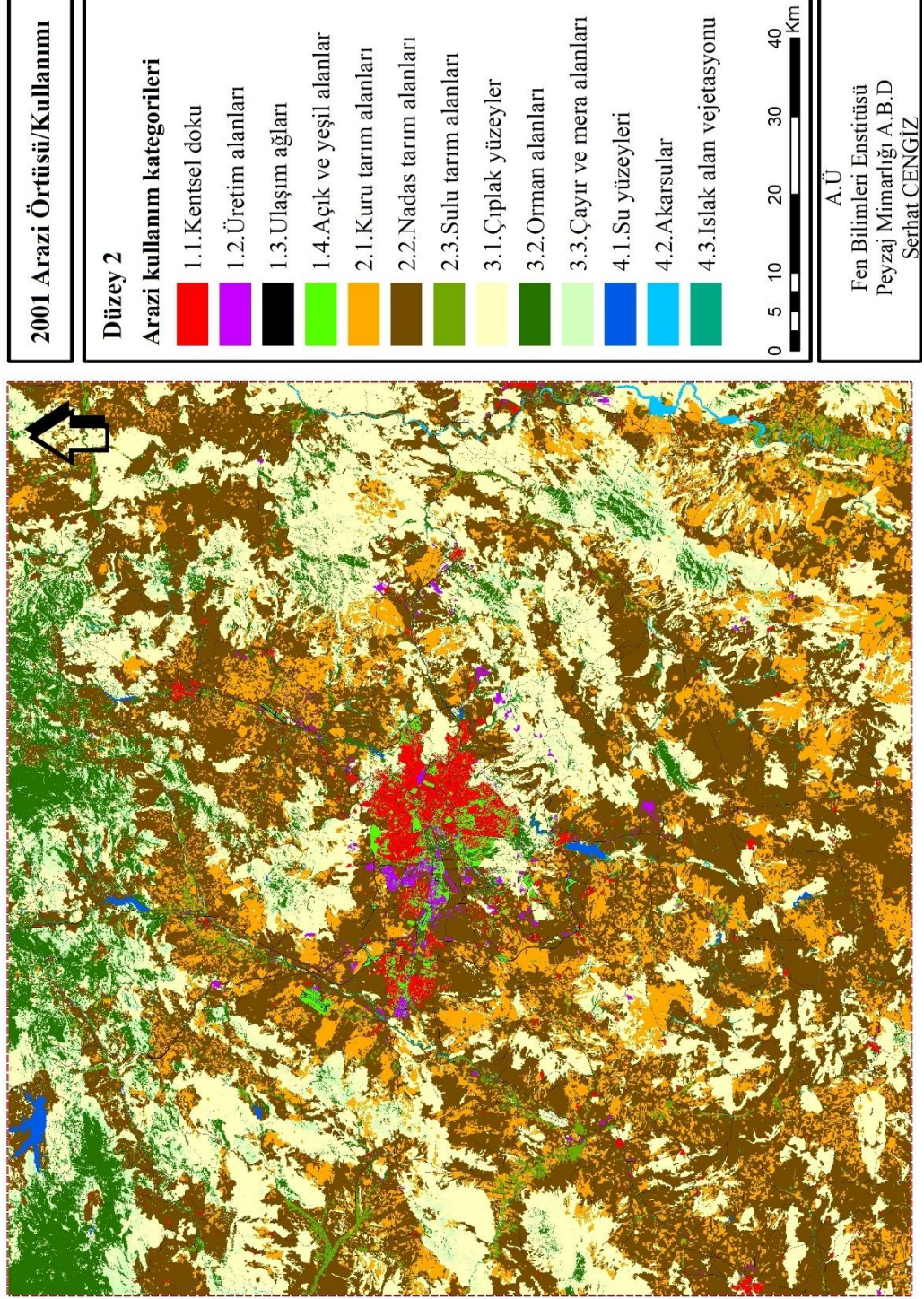
Şekil 4.5 Mogan Gölü'nde vejetasyon oluşumu

**KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU**



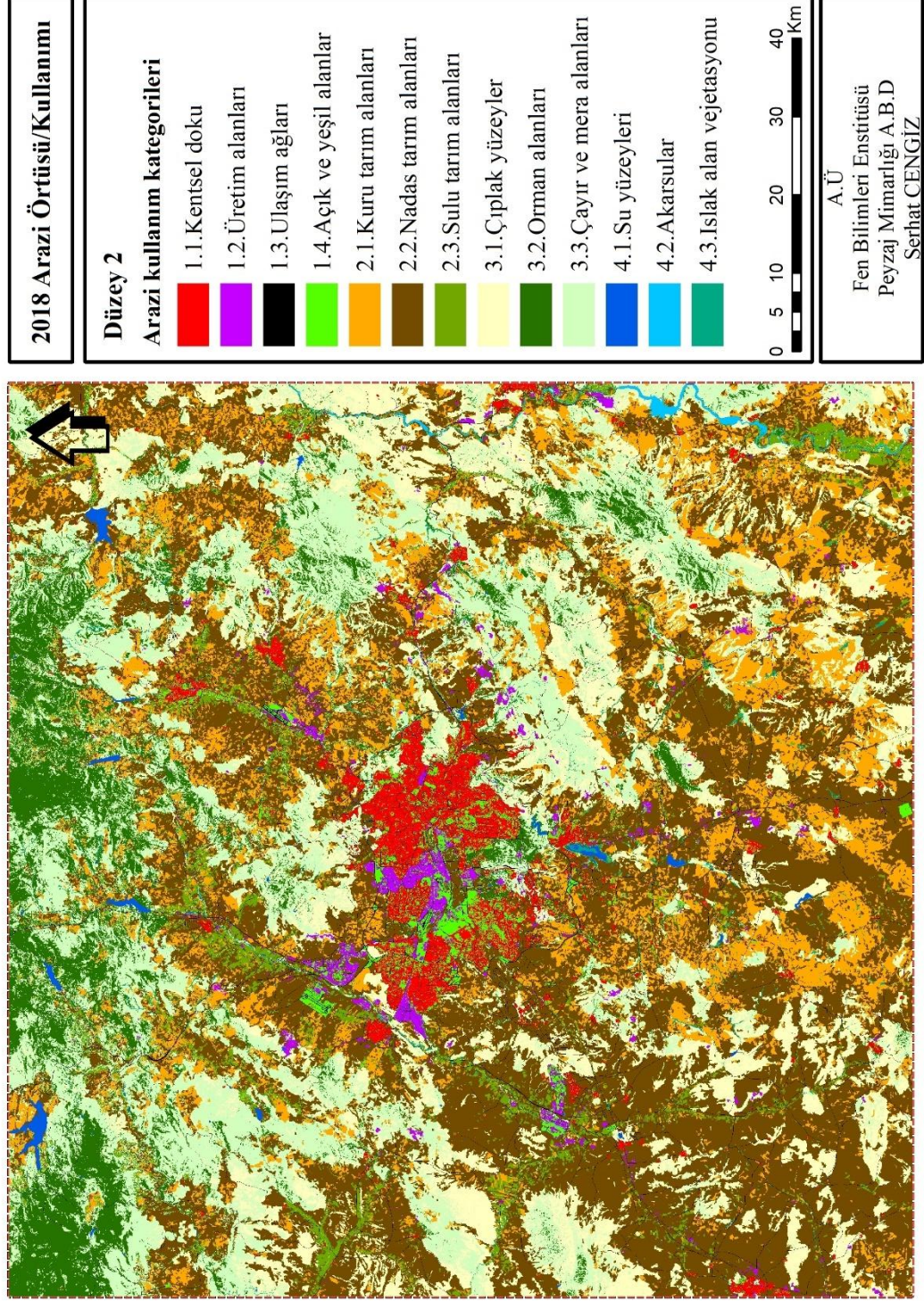
Şekil 4.6 1984 Düzey 2 arazi kullanım durumu

**KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU**



Şekil 4.7 2001 Düzyey 2 arazi kullanım durumu

KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



Şekil 4.8 2018 Düzey 2 arazi kullanım durumu

### 4.1.3 Düzey 3 arazi kullanımı/örtüsü değişimi

Düzey 3 değişim analizi 18 arazi kullanım kategorisi üzerinden gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.9, Çizelge 4.4). Düzey 3 arazi örtüsü dağılımı ile düzey 2 arazi örtüsü dağılımı birlikte incelendiğinde, düzey 2 de kentsel doku, üretim alanları ve ulaşım ağlarına ilişkin yapay yüzey kategorileri ve açık yeşil alan kategorileri düzey 3 analizinde daha detaylı incelenmiştir. Düzey 2 de kentsel dokunun yıllara göre alt kategorilerinin alansal oranı şu şekildedir, 1984 yılında 161,12 km<sup>2</sup>'lik kentsel dokunun %69,1'i sürekli kentsel doku, %30,9'u kesintili kentsel doku; 2001 yılında 266,79 km<sup>2</sup>'lik kentsel doku kategorisinin %72'si sürekli kentsel doku %28'ni kesintili kentsel doku; 2018 yılında 434,75 km<sup>2</sup>'lik kentsel doku kategorisinin %68,8'i sürekli kentsel doku %31,2'si kesintili kentsel dokudan oluşmaktadır (Şekil 4.10, Şekil 4.11 ve Şekil 4.12). Her üç yılda da sürekli kentsel dokunun kentsel doku içerisindeki oranının benzer olması Ankara'da kentsel doku değişiminin dengeli olduğunu göstermektedir. Daha net bir ifadeyle Ankara'da kentsel büyüme sadece kente bütünleşik alanlarda değil aynı zamanda bu dokudan kopuk kentsel lekelerde gerçekleşmektedir. 1984-2001 döneminde sürekli kentsel dokunun yıllık 4,74 km<sup>2</sup>'lik artışına karşın, kesintili kentsel doku yıllık olarak ortalama 1,46 km<sup>2</sup> artmaktadır. 2001-2018 dönemlerinde ise sürekli kentsel doku artışı yıllık 6,3 km<sup>2</sup> olarak gerçekleşirken kesintili kentsel dokunun yıllık ortalama artışı 3,5 km<sup>2</sup> olarak gerçekleşmiştir. Bu artış oranları Ankara'da kentsel doku büyümesinin her detay kategoride bir önceki döneme göre yaklaşık iki kat artışı ifade etmektedir.

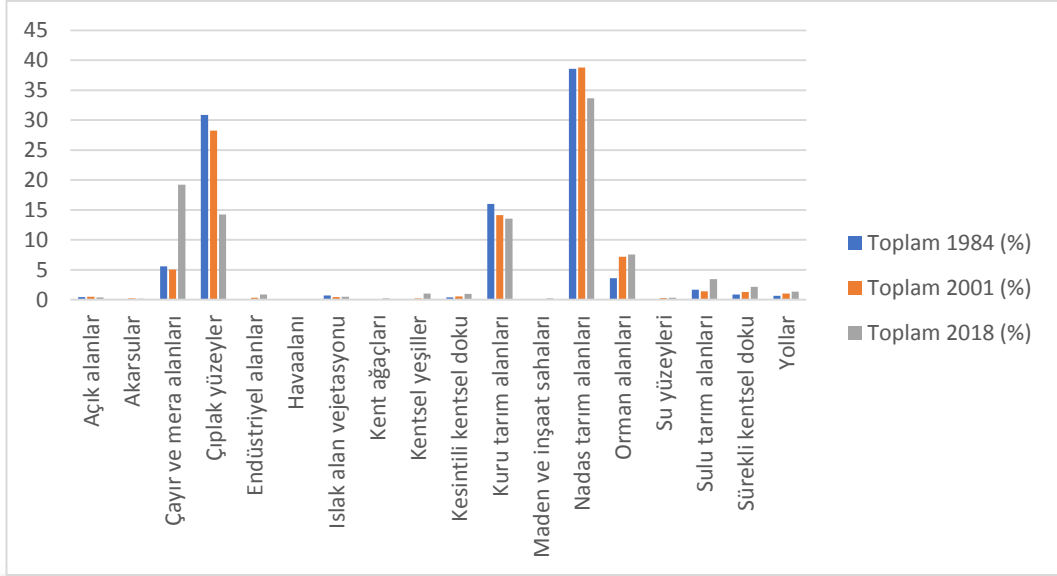
Düzey 2 üretim alanları kategorisi ile düzey 3 endüstriyel alanlar ve maden-inşaat alanları kategorisi birlikte değerlendirildiğinde 1984 yılında 16,96 km<sup>2</sup>'lik üretim alan kategorisinin %80'i endüstriyel alanlardan oluşurken 2001 yılında 63,54 km<sup>2</sup>'lik üretim alanların %72'si endüstriyel alanlardan ve 2018 yılında 155,28 km<sup>2</sup>'lik üretim alanların %80'i endüstriyel alanlardan oluşmaktadır. 1984-2001 döneminde endüstriyel alanlar yıllık ortalama 1,89 km<sup>2</sup> artarken 2001-2018 yılları arasında endüstriyel alanlar yıllık ortalama 4,63 km<sup>2</sup> artış göstermiştir. Bu durum 2001-2018 yılları arasında endüstriyel alanların büyümesinin bir önceki döneme göre 2,4 kat hızlandığını göstermektedir. Endüstriyel alanlarındaki artış sürekli kentsel dokunun büyüme oranı ile birlikte



değerlendirildiğinde 2001-2018 döneminde endüstriyel alan gelişme hızının sürekli kentsel dokunun gelişim hızından daha yüksek olduğunu görülmektedir.

Ulaşım ağları kategorisinde ise 1984,2001 ve 2018 yıllarında havaalanı yüzey alanında önemli bir değişim gözlenmezken yolların 1984-2001 yılları arasında yıllık ortalama 3,9 km<sup>2</sup>'lik bir artış 2001-2018 yılları arasında ise yıllık ortalama 2,6 km<sup>2</sup>'lik bir artış gerçekleştirdiği tespit edilmiştir. Bu değişim kentsel doku ve üretim alanları kategorilerindeki artış verileri ile birlikte değerlendirildiğinde, kentsel doku ve üretim alanları kategorilerinde bir önceki döneme göre yaklaşık 2 kat hızlı gelişim yaşanırken yollar kategorisinde bir önceki döneme göre büyüme hızında yaklaşık 0,8 kat azalma meydana gelmiştir. Bu durum, Ankara'da önce yolların daha sonra endüstriyel alan ya da yerleşim alanı gibi üst yapının geliştiğini göstermekte arazi değişim dinamiğinde yolların etkin faktör olduğunu ortaya koymaktadır.

Düzye 2 açık yeşil alan kategorisine ilişkin detay çözümlemede ise 1984 yılında 107,85 km<sup>2</sup>'lik açık ve yeşil alanların %62'si açık alanlardan, %25,5'i kentsel yeşiller ve konut bahçelerinden %12,5'i kent ağaçlarından; 2001 yılında 131,28 km<sup>2</sup>'lik açık ve yeşil alanların %58,1'i açık alanlardan, %27,8'i kentsel yeşiller ve konut bahçelerinden %14,1'i kent ağaçlarından ve 2018 yılında 204,06 km<sup>2</sup>'lik açık ve yeşil alanların %50,4'ü açık alanlardan, %34,75'i kentsel yeşiller ve konut bahçelerinden %14,8'i kent ağaçlarından oluşmaktadır. Kentsel yeşiller ve konut bahçeleri kategorisinin oranı yıllar içerisinde artmakla birlikte bu artış yapay yüzeylerdeki artış oranının oldukça gerisinde kalmaktadır. 1984-2018 yılları arasında kentsel yeşiller ve konut bahçeleri kategorisi ve kent ağaçları kategorisindeki 1 km<sup>2</sup>'lik artışa karşılık yapay yüzeyler kategorisinde 8,7 km<sup>2</sup>'lik bir artış gerçekleşmektedir.



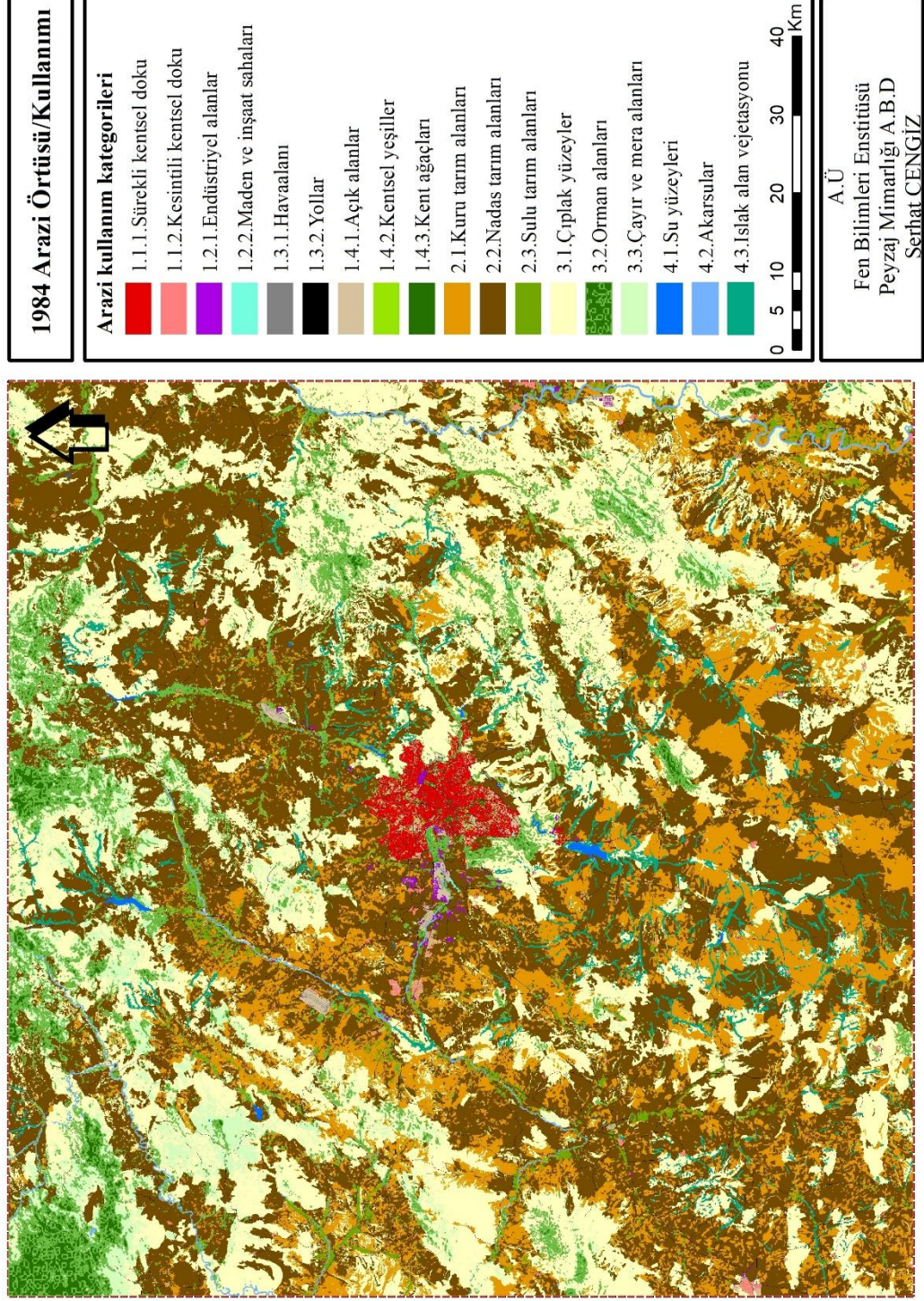
Şekil 4.9 Düzey 3 alansal değişim grafiği

Çizelge 4.4 Düzey 3 arazi kullanım kategorilerine ilişkin alansal değişim

Düzey 3 Arazi Kullanımları	1984		2001		2018	
	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran %	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran %	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran %
<b>Yapay yüzeyler/ Kentsel doku</b>						
1.1.1.Sürekli kentsel doku	111,49	0,82	192,23	1,42	299,52	2,22
1.1.2.Kesintili kentsel doku	49,63	0,37	74,56	0,55	135,23	1,00
<b>Yapay yüzeyler/ Üretim alanları</b>						
1.2.1.Endüstriyel alanlar	13,70	0,10	45,96	0,34	124,68	0,92
1.2.2. Maden ve inşaat A.	3,26	0,02	17,58	0,13	30,60	0,23
<b>Yapay yüzeyler/ Ulaşım ağları</b>						
1.3.1.Havaalanı	2,12	0,02	3,23	0,02	3,79	0,03
1.3.2.Yollar	75,09	0,56	140,96	1,05	184,85	1,37
<b>Açık ve yeşil alanlar</b>						
1.4.1.Açık alanlar	66,77	0,49	76,39	0,57	102,88	0,76
1.4.2.Kentsel yeşiller	27,59	0,20	36,71	0,27	70,93	0,52
1.4.3.Kent ağaçları	13,49	0,10	18,18	0,13	30,25	0,22
<b>Tarım alanları</b>						
2.1.Kuru tarım alanları	2157,92	16,00	1872,51	13,88	1826,14	13,54
2.2.Nadas tarım alanları	5202,25	38,58	5227,39	38,76	4538,77	33,66
2.3.Sulu tarım alanları	228,58	1,70	191,33	1,42	465,58	3,45
<b>Seyrek vejetasyon alanları</b>						
3.1.Çıplak yüzeyler	2162,11	16,03	2007,60	14,88	1922,76	14,26
3.3.Çayır ve mera alanları	2750,95	20,39	2483,25	18,41	2589,02	19,20
<b>Orman alanları</b>						
3.2.Orman alanları	488,20	3,62	971,06	7,20	1021,16	7,57
<b>Su yüzeyleri ve vejetasyonu</b>						
4.1.Su yüzeyleri	16,68	0,12	38,40	0,28	47,87	0,35
4.2.Akarsular	19,44	0,14	27,38	0,20	23,42	0,17
4.3.Islak alan vejetasyonu	96,46	0,72	61,03	0,45	68,29	0,51
<b>Toplam</b>	<b>13485,74</b>	<b>100</b>	<b>13485,74</b>	<b>100</b>	<b>13485,74</b>	<b>100</b>

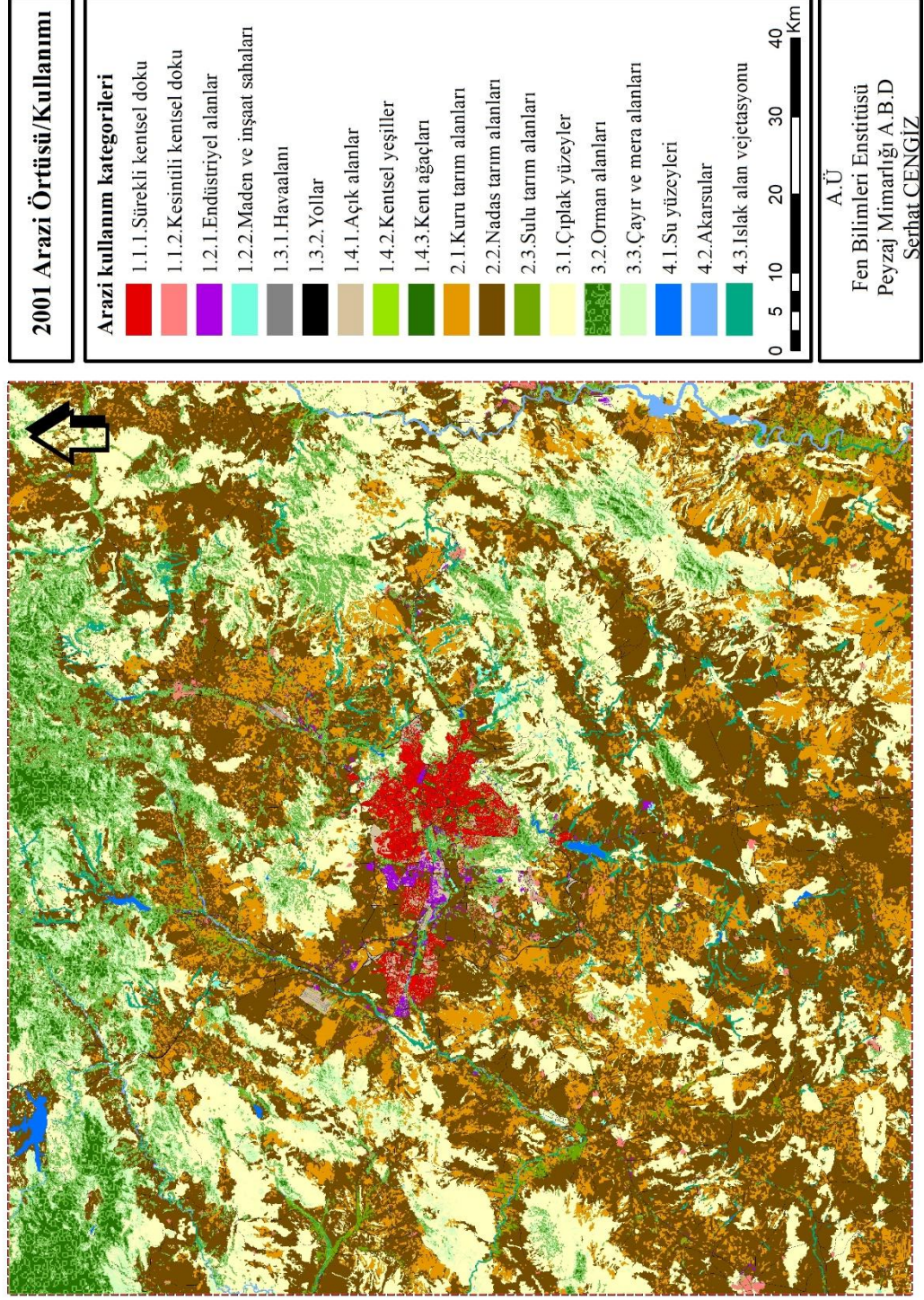
Düzey 1, düzey 2 ve düzey 3'te arazi kullanım kategorilerinin peyzaj değişimine yönelik genel bir değerlendirme yapıldığında Ankara'da yapay yüzey kategorisinin bir önceki döneme göre büyüme hızının katlanarak arttığı görülmektedir. Yapay yüzey kategorisi düzey 2 sonuçlarında alt kategorilerin oransal dağılımının hemen hemen aynı düzeyde olduğu tespit edilmiştir. Bu kategori için daha detay analizlerde büyüme hızının kentsel doku ve üretim alanları için aynı eğilimi gösterdiği belirlenirken yolların büyüme hızının bir önceki döneme göre azaldığı tespit edilmiştir. Benzer şekilde düzey 1 sonuçlarına göre her iki dönemde de tarımsal alan kategorisinin yıllar içerisinde azaldığı sonucuna varılırken düzey 2 çözümlemesinde, ilk dönemde nadas tarım alanları kategorisinde bir artış ikinci dönemde ise sulu tarım alanları kategorisinde bir artış olduğu tespit edilmiştir. Aynı genel kategori içerisinde, nadas tarım alanların 1984 yılında tüm tarım alanlarının %68,5'i, 2001 yılında %71'i ve 2018 yılında ise %66'4'ünü oluşturduğu görülmektedir.

# KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



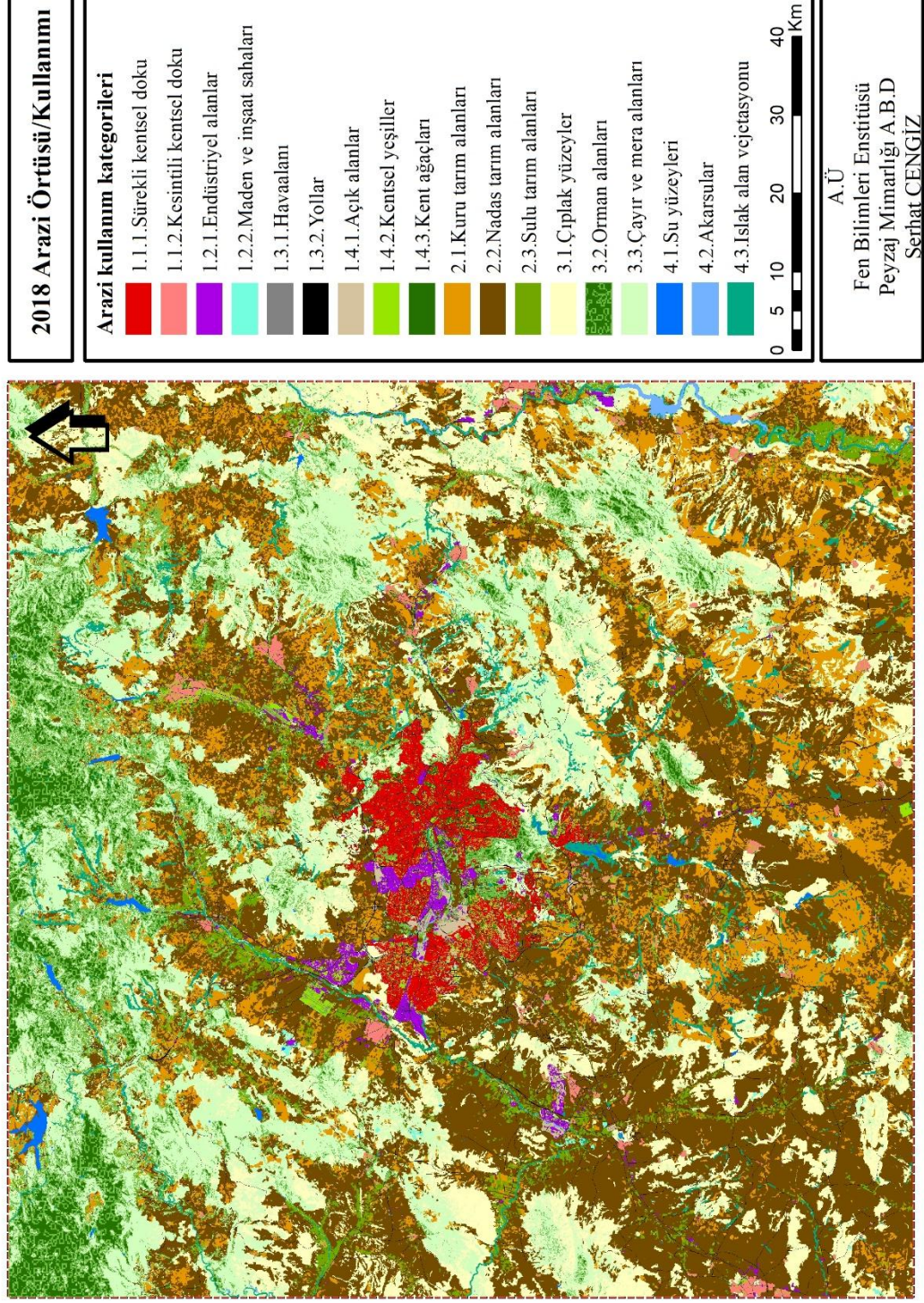
Şekil 4.10 1984 Düzey 3 arazi kullanım durumu

## KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



Şekil 4.11 2001 Düzey 3 arazi kullanım durumu

**KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU**



Şekil 4.12 2018 Düzey 3 arazi kullanım durumu

## 4.2 Arazi Kullanımı / Örtüsü Değişimi ve Biyofiziksel Süreçler

Bu başlık altında arazi örtüsü değişimi ve biyofiziksel süreçler arasındaki ilişki değişimin topografik, toprak ve yüzey sıcaklıkları üzerindeki etkisi bağlamında incelenmiştir. Tüm arazi kullanım kategorileri için hesaplanan değerler Çizelge 4.5'te verilmiştir.

1984 yılında sürekli kentsel dokunun ortalama yüksekliği 969 m, 2001 yılında 949 m ve 2018 yılında 925 metre seviyesine gerilemiştir. Sürekli kentsel dokunun ortalama eğim değeri ortalama %11'ler civarındadır (Çizelge 4.5). Sürekli kentsel dokunun yayılış gösterdiği toprak grupları incelendiğinde 1984 yılında sürekli kentsel doku kategorisinin %54,8'i kahverengi topraklarda %44'ü (52,14 km<sup>2</sup>) alüviyal topraklarda yayılış göstermekte iken 2001 yılında %63,2'si kahverengi topraklarda %33,4'ü (59,01 km<sup>2</sup>) alüviyal topraklarda ve 2018 yılında %71'i kahverengi topraklarda %23,3'ü alüviyal topraklarda (67,53 km<sup>2</sup>) yayılış göstermektedir. Bu kategori için genel bir değerlendirme yapıldığında sürekli kentsel dokunun yıllar içerisinde 783-1337 metre arasında yayılış gösterdiği ve ortalama rakımın 1984-2018 arasında 44 metre düşüş gösterdiği ve sürekli kentsel dokunun yayılış gösterdiği hâkim toprak tiplerinin tarımsal açıdan önemli kahverengi ve alüviyal topraklar olduğu tespit edilmiştir. Kesintili kentsel dokunun biyofiziksel yapısı incelendiğinde, 594-1534 metre arasında yayılış gösterdiği ve çalışma alanı sınırları içerisinde temsil edilen tüm toprak yapılarını bulundurmasına rağmen sürekli kentsel doku kategorisinde olduğu gibi bu kategoride hâkim toprak türü kahverengi ve alüviyal topraklardır. 1984,2001 ve 2018 yıllarında tüm kesintili dokunun ortalama %13'ü alüviyal topraklar ve %65'i kahverengi topraklar üzerinde yayılış göstermektedir. Endüstriyel alanlar, 639- 1866 metre rakım arasında ortalama 894 metre rakımda yayılış göstermektedir. 1984 ve 2018 yılları arasında endüstriyel alanlar kategorisinin ortalama 20 metre yükselerek sürekli kentsel dokunun yayılış rakımına yaklaşmıştır. Endüstriyel alanlar kategorisi sürekli kentsel ve kesintili kentsel doku kategorisi gibi yaklaşık %30 alüviyal ve %60'ı kahverengi topraklar üzerinde yayılış göstermektedir. Maden ve inşaat alanları kategorisi ise ortalama 1155 metre rakımda 678-1622 metre arasında yayılış göstermektedir. Endüstriyel alanlar ve kesintili kentsel doku kategorileri sürekli kentsel doku kategorisine yaklaşma eğilimindeyken maden ve

inşaat alanları kategorisi sürekli kentsel doku kategorisinden uzaklaşmaktadır. Yollar kategorisi 573 ve 1862 metre arasında yayılış göstermekte ve bu kategorinin ortalama eğimi %8'ler seviyesindedir. Bu kategorinin ortalama yükseltisinin zamanla değişimi incelendiğinde 1984 ve 2018 arasında yaklaşık 22 metre yükseldiği tespit edilmiştir. Açık alanlar, kentsel yeşiller ve kent ağaçları kategorilerinin biyofiziksel özellikleri sürekli kentsel dokunun topografik ve toprak özelliklerine benzer özellikler taşıdığı tespit edilmiştir. Kuru tarım alanları kategorisi, 570-1770 metre arasında ve ortalama %9 civarında eğim üzerinde yayılış göstermektedir. Bu kategorinin ortalama yüksekliğinin yıllar içerisinde sürekli kentsel dokunun tersine gerçekleşmektedir (sürekli kentsel dokunun ortalama yükseltisi düşerken kuru tarım alanlarının ortalama yükseltisi artarak sürekli kentsel dokudan uzaklaşmaktadır). Kuru tarım alanlarının toprak yapısı incelendiğinde 1984 yılında %7'si alüviyal topraklar üzerindeyken (166 km<sup>2</sup>) 2018 yılında %4'ü (81 km<sup>2</sup>) alüviyal topraklar üzerinde yayılış göstermektedir. Bu durum kuru tarım alanları kategorisinin yıllar içerisinde yaşanan alansal kaybın aynı zamanda tarım için değerli topraklar üzerinde olduğunu göstermektedir. Nadas tarım alanlarında ise kuru tarım alanları kategorisinin aksine bir eğilim gerçekleşerek ortalama yüksekliğin 27 metre azalarak 1001 metre rakıma gelerek sürekli kentsel dokuya yaklaştığı tespit edilmiştir. Bu kategorinin toprak yapısı her üç dönemde benzer yüzdelere taşımaktadır (%7 alüviyal ve %70 kahverengi topraklar). Sulu tarım alanları kategorisi 570 ve 1841 metre arasında ortalama 915 metre üzerinde yayılış göstermektedir. Bu kategorinin her üç dönemde de hâkim toprak yapısı alüviyal topraklardır. Çıplak yüzeyler kategorisi 576 ve 1951 metre arasında ortalama 1050 metre rakımda yayılış göstermektedir. Bu kategorideki eğim üç dönemde yaklaşık %19'lar seviyesindedir. Çıplak yüzeyler kategorisi %60 kahverengi, %11 Kırmızımsı kahverengi topraklardan oluşmaktadır. Orman alanları kategorisi 582 metre ile 1987 metre arasında ortalama 1295 metre rakımda yayılış göstermektedir. Orman alanları kategorisinin %44 kireçsiz kahverengi orman toprakları, %7'si kırmızımsı kahverengi topraklar ve %6'sı kahverengi orman toprakları üzerinde yayılış göstermektedir. Çayır ve mera alanları kategorisi, 571 ve 1987 metre arasında ortalama 1196 metre rakımda yayılış göstermektedir. Bu kategorinin % 33'ü kahverengi topraklar, %31'i kireçsiz kahverengi orman toprakları ve %13'ü kahverengi orman topraklarından oluşmaktadır. Su yüzeyleri kategorisi 622 ve 1722 metre arasında ortalama 945 metre rakımda yayılış göstermektedir.



Çizelge 4.5 Arazi kullanım kategorilerinin biyofiziksel özelliklerinin zamansal değişimi

Düzyey 3	1984					2001					2018				
	Topografya				Yüzey Sıcaklık (C°)	Topografya				Yüzey Sıcaklık (C°)	Topografya				Yüzey Sıcaklık (C°)
	Yükseklik (m)			Eğim (%)		Yükseklik (m)			Eğim (%)		Yükseklik (m)			Eğim (%)	
	Düşük	Yüksek	Ortalama		Ortalama	Ortalama	Düşük	Yüksek		Ortalama	Ortalama	Ortalama	Düşük		Yüksek
1.1.1.	829	1311	969,88	12,18	29,93	783	1311	949,12	10,87	31,60	783	1337	925,27	10,16	35,84
1.1.2.	606	1534	965,68	8,76	27,45	606	1540	999,95	9,32	30,38	594	1534	988,43	8,22	33,86
1.2.1.	679	1866	870,96	5,15	30,77	675	1866	894,66	5,45	31,90	639	1866	894,81	6,29	34,81
1.2.2.	762	1488	1069,89	13,1	28,67	734	1517	1145,49	14,61	31,39	678	1622	1155,22	15,91	33,33
1.3.1.	745	957	856,47	2,98	33,82	745	958	856,47	2,98	36,07	745	962	856,09	2,98	38,14
1.3.2.	573	1861	968,28	8,46	32,32	573	1862	992,43	8,60	35,93	573	1862	990,57	8,65	36,72
1.4.1.	607	1305	925,68	8,99	27,89	627	1349	931,39	9,04	29,68	664	1342	920,45	9,06	33,22
1.4.2.	631	1525	951,36	8,68	26,57	620	1376	938,88	9,27	28,63	595	1525	941,08	8,38	32,18
1.4.3.	645	1424	939,99	10,23	24,46	681	1363	946,84	10,38	27,18	645	1396	926,62	11,01	31,32
2.1.	570	1640	997,61	8,52	30,42	583	1685	1026,00	8,56	33,67	580	1770	1064,67	9,81	34,16
2.2.	574	1867	1028,54	10,97	31,55	570	1825	1013,50	10,24	34,48	570	1825	1001,66	9,69	36,73
2.3.	570	1580	862,76	4,82	25,97	570	1683	835,73	5,56	27,98	570	1841	915,63	7,07	32,45
3.1.	576	1986	1116,45	22,45	29,53	578	1987	1113,73	19,06	37,23	586	1951	1050,76	17,89	37,49
3.2.	571	1987	1337,74	23,22	23,77	573	1987	1294,38	24,46	26,45	582	1987	1295,62	25,03	28,96
3.3.	586	1987	1229,37	21,29	26,69	576	1982	1202,68	22,96	28,92	571	1987	1196,20	20,87	30,98
4.1.	747	1637	972,83	0	19,37	598	1666	966,21	0	23,36	622	1722	945,65	0	25,24
4.2.	572	1273	748,36	7,67	24,57	574	1236	721,00	5,87	25,58	574	1478	717,59	5,54	26,26
4.3.	708	1790	1088,64	8,88	27,62	572	1790	1055,38	9,59	29,74	572	1790	1022,52	9,74	30,12

İncelenen üç dönem için oluşturulan arazi kullanım kategorilerin yüzey sıcaklıkları Çizelge 4.5'te verilmiştir. Farklı yıllara ait yüzey sıcaklıklarının çevresel ve zamansal faktörlerden arındırılarak birlikte değerlendirilebilmesi için bu veri 0-100 arasında normalleştirilmiştir. 0 değeri en düşük sıcaklığa ve 100 değeri en yüksek yüzey sıcaklığı değerine karşılık gelmektedir (Şekil 4.13).

Şekil 4.13 ve Çizelge 4.5 birlikte değerlendirildiğinde her üç dönemde de yüzey sıcaklığı en yüksek kategori havaalanı ve yollar kategorisi olurken, en düşük sıcaklık su yüzeyleri ve orman alanları kategorisinde gözlenmektedir (Çizelge 4.5). Sürekli kentsel doku kategorisi içerisinde kalan kentsel yeşiller ve kent ağaçları kategorileri incelenen üç dönemde de ortalama kentsel yeşiller için 3 C° ve kent ağaçları için 4 C° daha soğuk olduğu ancak ısı haritaları incelendiğinde bu kategorilerin yıllar içerisinde etki alanında bir azalma olduğu tespit edilmektedir.

1984 yılında kent merkezinin kuzeydoğu-batı (Çubuk, Pursaklar, Yenimahalle, Etimesgut, Sincan ve Ayaş) ve doğu-güney (Elmadağ, Mamak, Çankaya ve Gölbaşı) bölgelerini su ve vejetasyon yüzeyleri ile kent merkezinden geçerek birbirine bağlayan 2 ısı koridoru vardır. 2001 yılında kuzeydoğu-batı koridoru kentsel büyüme nedeniyle kesintiye uğrayarak Etimesgut, Sincan ve Ayaş bağlantısını kaybederken doğu-güney koridoru işlevini sürdürmektedir. 2018 yılında Esenboğa havalimanı bölgesi çevresindeki endüstriyel alan artışı kuzeydoğu-batı ısı koridorunun Çubuk ve Pursaklar arasında kopmasına neden olarak koridor özelliğini kaybetmesine neden olmuştur. 2018 yılında doğu-güney ısı koridoru İmrahor bölgesinde kesintiye uğrayarak kent merkezi ile bağlantısını kaybetmiştir.

Arazi kullanımı/örtüsü değişimi ve biyofiziksel süreçler arasındaki ilişki genel olarak incelendiğinde tüm arazi kullanım kategorilerinin ve bu kategorilere ilişkin biyofiziksel süreçlerin kentin büyüme dinamiklerine göre konumlandığı örnekler üzerinden ortaya konulmuştur. Kısaca bu bölüme ait bulguların üzerinden tekrar geçerseniz; Yıllara göre su kaynaklarının ortalama yükseltisi kentsel alana yaklaşırken, aktif tarım alanları giderek uzaklaşmakta ve orman alanları, çayır ve mera alanları ortalama uzaklığını korumaktadır.



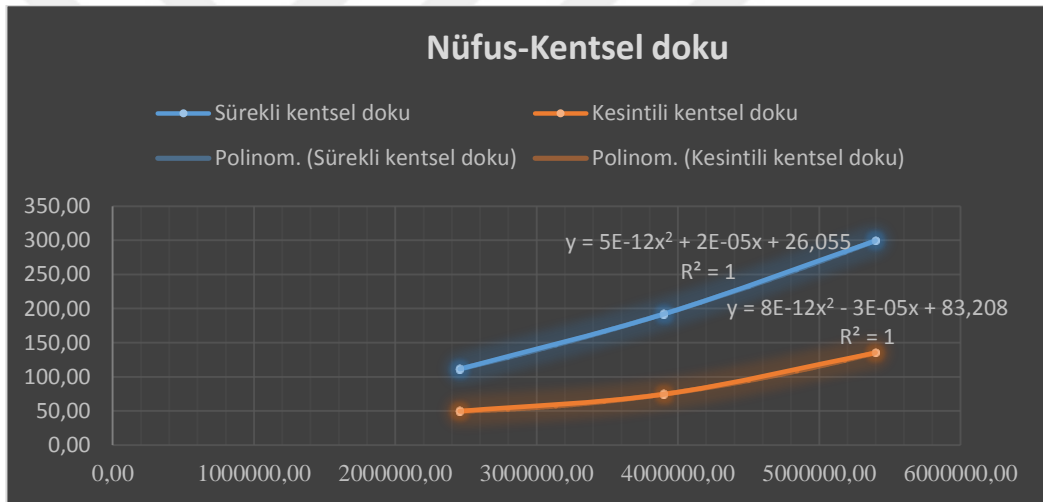
### 4.3 Arazi Kullanımı / Örtüsü Değişimi ve Sosyo Ekonomi

Ankara 1984,2001 ve 2018 yıllarını kapsayan dönemde peyzaj değişiminin demografik ve sosyo-ekonomik yapı ile karşılaştırılması **ilçe düzeyinde** nüfus ve işsizlik oranları üzerinden değerlendirilmiştir.

**Nüfus;** Çalışma alanı sınırları içerisindeki 34 yıllık nüfus hareketleri incelendiğinde, 1985 yılında 2.455.911 2000 yılında 3.901.888 kişi ve 2017 yılında 5.398.053 kişiye ulaşmıştır. Çalışma alanında yaşanan nüfus hareketleri ile peyzaj desen değişimi birlikte irdelendiğinde, 1985 yılında kentsel dokuda  $\text{km}^2$  başına 15.242 kişi düşerken, 2000 yılında  $\text{km}^2$  başına 14.625 kişi ve 2017 yılında kentsel dokuda  $\text{km}^2$  12.416 kişi düşmektedir. Çalışma alanında incelenen yıllar aralığında kentsel dokudaki nüfus yoğunluğu giderek azalmaktadır. Başka bir ifadeyle 1 kişi için 1985 yılında 65,6  $\text{m}^2$  kentsel doku varken, 2000 yılında bu oran 68,37  $\text{m}^2$ 'ye ve 2017 yılında 1 kişi için 80,5  $\text{m}^2$  kentsel doku varlığı vardır. Bu dağılım Ankara'da kentsel dokunun büyüme hızının her iki yılda da nüfus artış hızından daha yüksek olduğunu göstermektedir. 2000-2017 arasında kişi başına düşen kentsel doku miktarı bir önceki yılına göre (2,77  $\text{m}^2$ ) yaklaşık 4 kat daha hızlı artmıştır (Şekil 4.14). Aynı tarihler arasında endüstriyel alan yoğunluğu ve nüfus hareketleri ilişkisi değerlendirildiğinde 1985 yılında kişi başı endüstri alanı 5,6  $\text{m}^2$ ; 2000 yılında 11,77  $\text{m}^2$  ve 2017 yılında 23  $\text{m}^2$ 'dir. Endüstri alanlarındaki artış her dönemde iki kat artmıştır. Benzer şekilde çalışma alanındaki yolların nüfus oranı ilişkisi sorgulandığında 1985'de 30,5  $\text{m}^2$ , 2000'de 36,9  $\text{m}^2$  ve 2017'de 34,2  $\text{m}^2$  olduğu tespit edilmiştir. Ankara' da 1985 ve 2000 yılları arasında yol ağındaki alan artış hızı nüfus hızından daha yüksektir. 2000 ile 2017 yılları arasındaki yol ağı artışı nüfus artış hızından düşüktür. Başka bir ifadeyle Ankara'da yol ağları önce artan sonra azalan bir eğilimle doyum noktasına ulaşmıştır (Şekil 4.15).

Nüfus ve kentsel yeşil ve kent ağaçları arasındaki ilişkiye göre 1985 yılında kişi başına kentsel yeşil alanı 16  $\text{m}^2$ ; 2000 yılında 14  $\text{m}^2$  ve 2017 yılında 18  $\text{m}^2$ 'dir. Nüfus ile tarım alanları arasında bir ilişki kurulduğunda 1985 yılında kişi başına yaklaşık 3000  $\text{m}^2$  tarım alanı düşerken, 2000 yılında 1800  $\text{m}^2$  ve 2017 yılında kişi başına 1250  $\text{m}^2$  tarım alanı düşmektedir. Nüfus artışı dönemsel olarak değerlendirildiğinde, 1985-2000 yılları arasında nüfusta yaşanan 1 kişilik artış sürekli kentsel dokunun 55,8  $\text{m}^2$ , kesintili

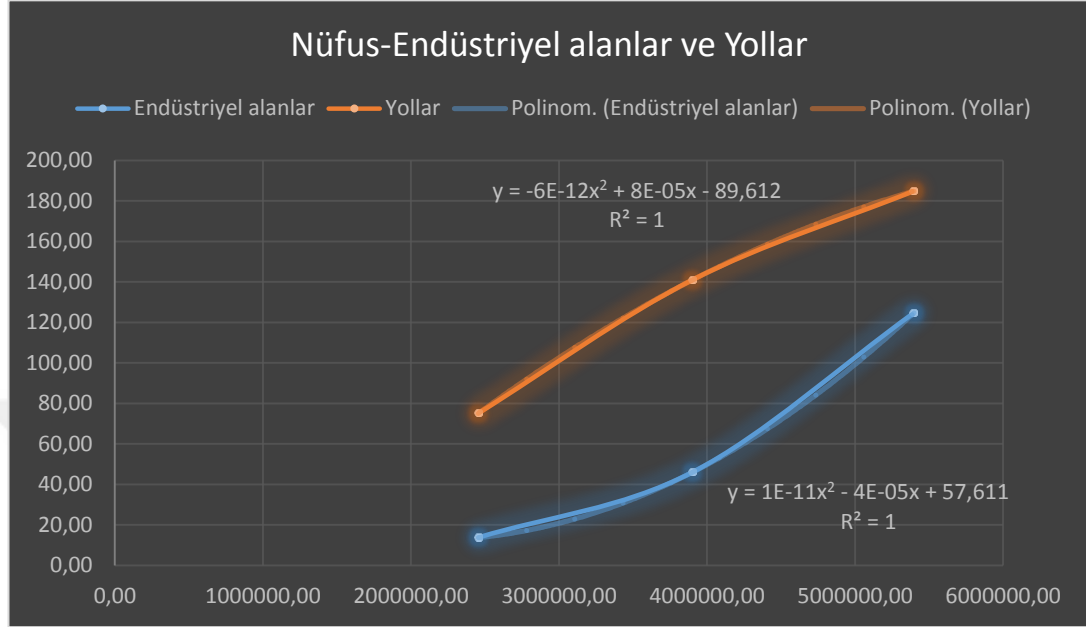
kentsel dokunun 17,2 m<sup>2</sup>, endüstriyel alanların 22,3 m<sup>2</sup> ve yolların 45,5 m<sup>2</sup> artmasına neden olmuştur. Benzer şekilde aynı dönemde nüfusta yaşanan 1 kişilik artış tarım alanlarının 205 m<sup>2</sup> azalmasına neden olmuştur. Aynı dönemde su yüzeyleri kategorisi ile nüfus verisi birlikte değerlendirildiğinde her 1 kişilik artış su yüzeylerinin 15 m<sup>2</sup> artmasına sebep olurken, her bir kişilik artış kentsel yeşillerini 9,5 m<sup>2</sup> artmasına sebep olmaktadır. 2000-2017 yılları arasında nüfusta yaşanan 1 kişilik artış sürekli kentsel dokunun 71,7 m<sup>2</sup>, kesintili kentsel dokunun 40,5 m<sup>2</sup>, endüstriyel alanların 52,6 m<sup>2</sup> ve yolların 29,3 m<sup>2</sup> artmasına neden olmuştur. Aynı dönemde nüfusta yaşanan 1 kişilik artış tarım alanlarının 307 m<sup>2</sup> azalmasına neden olmuştur. Bu dönemde su yüzeyleri şu şekilde etkilenmiştir; her 1 kişilik artış su yüzeylerinin 6,3 m<sup>2</sup> artmasına sebep olurken, her bir kişilik artış kentsel yeşillerini 30 m<sup>2</sup> artmasına sebep olmaktadır.



Şekil 4.14 Nüfus ve kentsel doku grafiği

Grafiğin yatay eksenini nüfus bilgilerini içerirken dikey eksen kentsel doku miktarının zamanla alansal değişimini göstermektedir. Grafiğin, 1985-2000 ve 2000-2017 arasındaki artış eğilimi çizgilerindeki büküm noktaları incelendiğinde kesintili kentsel dokunun büyüme hızının 2000 yılından sonra arttığı sürekli kentsel dokunun ise nüfus artışı ile her iki dönemde doğrusal ilişkisini göstermektedir. Grafik denklemleri nüfus ve arazi kullanım kategorileri için eğim ve kesim noktalarını göstermektedir. Bu denklemler kullanılarak bilinen bir nüfus için arazi kullanım kategorilerinin alansal durumu hesaplanabilir. Örneğin 1965 Ankara nüfusu (1.231.149) için sürekli kentsel

doku alanı 58.25 km<sup>2</sup>'dir. Bir başka örnek verecek olursak 2025 nüfusu (6.263.201) için sürekli kentsel doku 34.745 km<sup>2</sup> olarak hesaplanır.



Şekil 4.15 Endüstriyel alanlar ve yollar kategorisi ve nüfus grafiği

Nüfus ve endüstriyel alanlar kategorisi ve yollar kategorisi arasındaki ilişkiyi gösteren grafiğin yatay eksen nüfus bilgilerini içerirken dikey eksen arazi kullanım kategorilerinin alansal miktarının zamanla değişimini göstermektedir. Grafiğin, 1985-2000 ve 2000-2017 arasındaki artış eğilimi çizgilerindeki büküm noktaları incelendiğinde kesintili yollar kategorisinin büyüme hızının 2000 yılından sonra düştüğü ve artan azalan bir eğilim ile gelecekte doygunluk noktasına ulaşacağını gösterirken endüstriyel artış hızının üstel bir şekilde hızlanarak devam ettiğini göstermektedir.

**Arazi kullanımı/örtüsü değişimi ve işsizlik oranı arasındaki ilişki;** bu ilişkinin ortaya konulmasında, peyzaj genelinde, tarım alanı, kentsel doku ve endüstriyel alanların alansal dağılımı ile işsizlik oranı arasındaki ilişki sorgulanmıştır. Bilindiği gibi işsizlik oranı rakamları 2000 yılından sonra bölgesel ölçekte yayınlanmaktadır. Bu nedenle araştırmada kullanılan 2000 yılı sonrasındaki veriler yöntem bölümünde aktarılan eğilim analizleri sonucunda istatistikî yöntemler ile üretilmiş verilerdir. Bu

başlık altında desen değişimi ve işsizlik oranı verileri ilçe ölçeğinde değerlendirilmiştir. Araştırma alanı sınırları içerisine giren ilçelerin işsizlik oranı rakamları ve alansal değişim bilgileri çizelge 4.6 - 4.7 'de verilmiştir.

Çizelge 4.6 İlçe düzeyinde işsizlik oranları

İlçeler	İşsizlik oranı (%)				
	1985	1990	2000	2010	2017
<b>Akyurt</b>	19.620764	0.9583661	3.2675709	8.3654746	8.5245303
<b>Altındağ</b>	10.569451	8.9761095	15.561968	11.64812	11.627354
<b>Ayaş</b>	2.7414442	3.5082822	4.2658642	3.4978448	3.4950377
<b>Bahşılı</b>	8.7321579	16.323822	30.031492	18.362947	18.363122
<b>Bala</b>	1.7260994	1.7628675	2.9414276	2.1434692	2.1434709
<b>Beypazarı</b>	3.3977382	3.2991063	7.5154489	4.7102453	4.6998652
<b>Çamlıdere</b>	3.3240701	4.8357752	3.0317848	2.9518661	2.654553
<b>Çankaya</b>	7.4394247	7.1672486	9.922056	8.1633593	8.15844
<b>Çelebi</b>	47.170809	38.081562	38.262477	41.171513	41.171473
<b>Çubuk</b>	2.7917307	2.9184316	6.7534781	4.4470829	4.5587786
<b>Eldivan</b>	43.112701	36.648746	29.272152	35.295082	34.894383
<b>Elmadağ</b>	11.494545	9.0451177	6.0972377	8.8750193	8.8735122
<b>Etimesgut</b>	14.559819	4.9979469	10.054722	9.8543216	9.8480186
<b>Gölbaşı</b>	4.3767201	4.1002163	5.6096033	4.6955185	4.6955205
<b>Güdül</b>	2.5622407	3.3814908	2.4335031	2.7535421	2.738701
<b>Haymana</b>	2.4539482	1.8837987	3.3371692	2.5583078	2.5583088
<b>Kahramankazan</b>	20.834944	2.3535953	5.7875186	6.061953	6.215927
<b>Kalecik</b>	2.2518878	2.6642984	3.6417959	2.8395872	2.8345955
<b>Kaman</b>	40.724947	38.204593	35.714286	38.214594	38.214589
<b>Karakeçeli</b>	91.491578	32.890855	19.191919	47.857337	47.857039
<b>Keçiören</b>	10.228192	9.2140537	13.01298	10.776053	10.759882
<b>Keskin</b>	6.4045656	41.390839	37.061856	28.286158	28.286313
<b>Kırıkkale merkez</b>	0.7550969	2.2642124	1.1969958	1.4056995	1.4058004
<b>Kızılcahamam</b>	2.5699701	2.2970822	3.7825475	2.9880544	3.0280897
<b>Mamak</b>	11.058359	11.270423	14.783119	12.352702	12.345856
<b>Polatlı</b>	5.2623607	4.8302786	7.4420828	5.8449119	5.8449137
<b>Pursaklar</b>	0.8032129	3.2234432	11.036132	4.8904879	4.8406829
<b>Sincan</b>	7.201087	8.0313418	13.065095	9.4326387	9.4326886
<b>Şabanözü</b>	37.088657	33.317865	24.60267	30.71613	30.352028
<b>Yahşihan</b>	52.250413	63.426011	35.527273	50.514369	50.557566
<b>Yenimahalle</b>	6.4973823	8.8944099	12.286426	9.189662	9.1757598

Çizelge 4.6 üzerinde yorum yapabilmek için ilçelere ait kentsel doku, endüstriyel alan ve tarım alanlarının alansal değişimlerine ait bilgi Çizelge 4.6'da verilmiştir. Çizelge 4.6'da NİP sınırları içerisine girmeyen ilçeler göz ardı edilmiştir (Bahşılı, Beypazarı, Çamlıdere, Çelebi, Eldivan, Güdül, Kaman, Karakeçeli, Keskin, Kırıkkale merkez, Polatlı, Şabanözü ve Yahşiyen ilçeleri)

Çizelge 4.7 İlçe düzeyinde peyzaj desen değişimi

İlçe	Arazi kullanımları	1984 Alan (Km <sup>2</sup> )	2001Alan (Km <sup>2</sup> )	2018Alan (Km <sup>2</sup> )
Akyurt	Kentsel doku	1.026	2.0826	8.4501
	Endüstriyel alanlar	0.4239	2.0691	6.2928
	Tarım alanları	203.4063	201.6549	188.5509
Altındağ	Kentsel doku	21.9969	25.9632	29.349
	Endüstriyel alanlar	1.1088	1.4553	2.0196
	Tarım alanları	89.6796	84.4974	83.2752
Ayaş	Kentsel doku	1.5336	1.7667	3.447
	Endüstriyel alanlar	0.0000	0.2196	0.5895
	Tarım alanları	477.6786	487.3158	481.4757
Bala	Kentsel doku	4.1769	4.239	10.0107
	Endüstriyel alanlar	0.0009	0.9855	2.3535
	Tarım alanları	917.6022	937.359	905.7501
Çankaya	Kentsel doku	35.1639	46.0926	72.7227
	Endüstriyel alanlar	1.4058	3.3381	5.4531
	Tarım alanları	110.5668	73.4445	43.2792
Çubuk	Kentsel doku	3.6486	8.244	12.9258
	Endüstriyel alanlar	0.4149	0.7119	2.9187
	Tarım alanları	520.4196	445.3452	396.2322
Elmadağ	Kentsel doku	1.9152	4.2192	8.9469
	Endüstriyel alanlar	0.1863	1.098	3.816
	Tarım alanları	239.0463	266.2047	246.4119
Etimesgut	Kentsel doku	2.367	14.0652	41.7303
	Endüstriyel alanlar	5.8284	7.7895	12.1383
	Tarım alanları	236.7747	225.5391	163.3347
Gölbaşı	Kentsel doku	5.67	11.5812	31.5909
	Endüstriyel alanlar	0.9045	2.2896	7.0344
	Tarım alanları	739.3203	749.1537	705.2472
Haymana	Kentsel doku	2.4048	3.8016	6.4548
	Endüstriyel alanlar	0	0.1269	0.657
	Tarım alanları	528.147	544.3893	541.4787



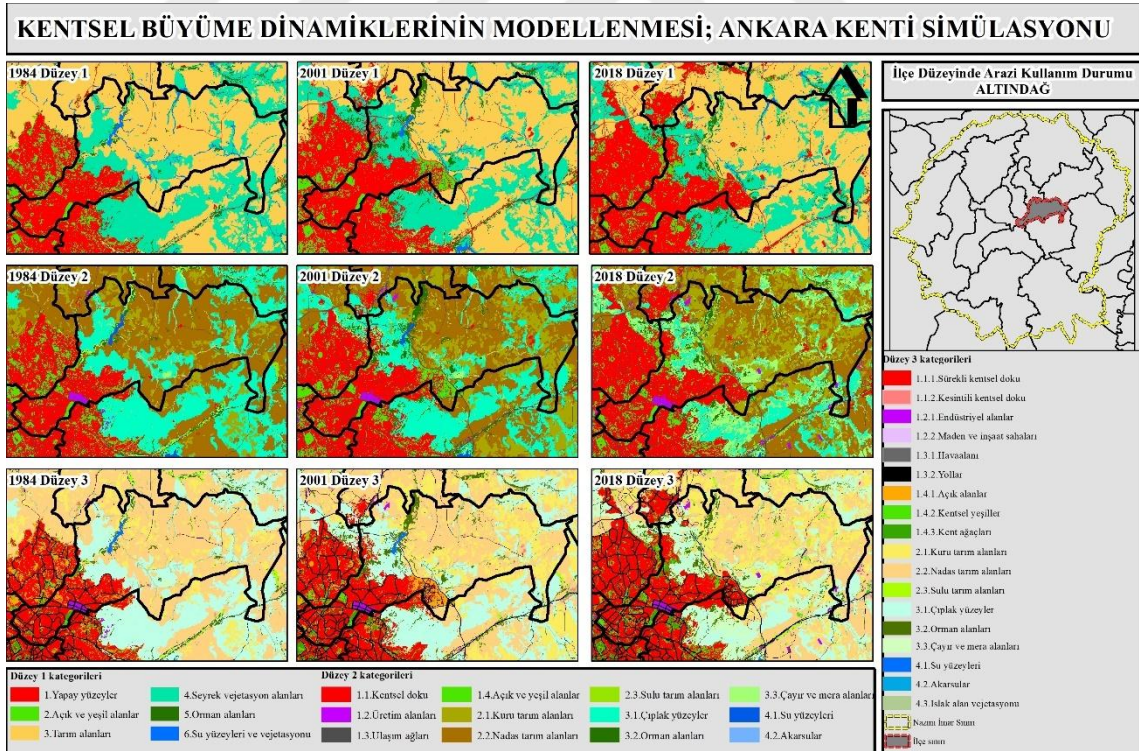
Çizelge 4.7 İlçe düzeyinde peyzaj desen değişimi (devam)

<b>Kahramankazan</b>	<b>Kentsel doku</b>	<b>1.7199</b>	<b>2.2509</b>	<b>4.0509</b>
	Endüstriyel alanlar	0.531	2.8773	14.7177
	Tarım alanları	366.1344	368.7714	333.6129
<b>Kalecik</b>	Kentsel doku	1.6416	1.8967	3.7674
	Endüstriyel alanlar	0	0	0.4338
	Tarım alanları	410.9652	381.8421	367.8093
<b>Keçiören</b>	Kentsel doku	25.3665	29.1798	36.8676
	Endüstriyel alanlar	0	0	0.4104
	Tarım alanları	69.7671	43.3053	38.1258
<b>İlçe</b>	Arazi kullanımları	1984 Alan (Km <sup>2</sup> )	2001Alan (Km <sup>2</sup> )	2018Alan (Km <sup>2</sup> )
<b>Kızılcahamam</b>	Kentsel doku	1.6074	1.6563	1.8127
	Endüstriyel alanlar	0.0675	0.0735	0.0738
	Tarım alanları	222.156	170.9487	137.691
<b>Mamak</b>	Kentsel doku	21.5829	29.952	34.7733
	Endüstriyel alanlar	0.4284	0.4851	1.8207
	Tarım alanları	119.6514	130.3911	121.5558
<b>Pursaklar</b>	Kentsel doku	0.7533	3.1635	9.2268
	Endüstriyel alanlar	0.1827	0.4149	0.4716
	Tarım alanları	118.1574	103.9842	95.3964
<b>Sincan</b>	Kentsel doku	6.291	18.5094	36.2934
	Endüstriyel alanlar	1.0215	4.6953	22.6791
	Tarım alanları	607.8258	587.0457	538.4322
<b>Yenimahalle</b>	Kentsel doku	16.8399	27.2178	42.8499
	Endüstriyel alanlar	4.0914	14.0499	22.8681
	Tarım alanları	165.8781	111.9456	74.0646

**Akyurt;** İlçe 1985 yılında 10.450 kişilik nüfusa ve %19,6 işsizlik oranına sahiptir. İlçenin 1985 yılı kentsel yerleşim yoğunluğu (*kentsel doku kategorisine ilişkin alanın ilçe nüfusuna bölünmesi ile*) kentse km<sup>2</sup> başına 10.800 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı yaklaşık 40 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı yaklaşık 45.700 m<sup>2</sup>'dir. İlçede 2000 yılına gelindiğinde nüfus %80'6 artış göstererek 18.907 kişiye ulaşmış ve işsizlik oranı bir önceki döneme göre %83 azalış göstererek işgücündeki nüfusun %3'üne gerilemiştir. Bu yılda ilçenin kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 9.070 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı 109 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 10.600 m<sup>2</sup>'dir. 2017 yılında nüfus %73 oranında artış göstererek 32.863 kişiye ulaşmıştır. Aynı yıl için ilçenin işsizlik oranı artış göstererek %8'ler seviyesine ulaşmıştır. 2017 yılında kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 3.880

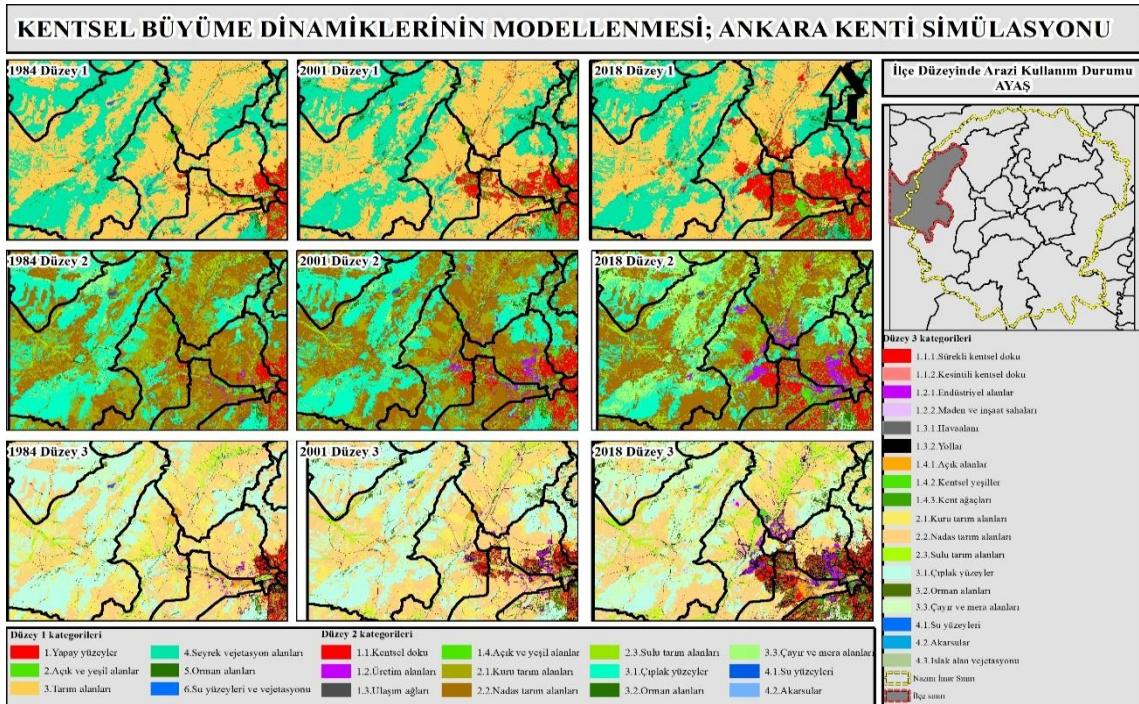


başına düşen tarımsal alan varlığı 207 m<sup>2</sup>'ye gerilemiştir. 2017 yılında nüfus %8,7 oranında azalış göstererek 371.366 kişiye gerilemiştir. Aynı yıl için ilçenin işsizlik oranında bir miktar azalış gerçekleşerek %11'ler seviyesine gerilemiştir. Aynı yılda kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 12.653 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 5,4 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 224 m<sup>2</sup>'ye ulaşmıştır. Altındağ ilçesi için tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde ilçede incelenen her üç dönemde de istihdamdaki nüfusun %10'dan fazlasının işsiz olduğu, ilçede endüstriyel alan varlığı ve tarımsal alan varlığının nüfus için yeterli olmadığı sonucuna varılmaktadır. 2000 yılından 2017 yılına geçilirken ilçe nüfusunda yaşanan düşüşün en önemli sebepleri şu şekilde sıralanabilir; 2008 yılında Keçiören ilçesinin beldesi olan Pursaklar'ın belediye olması ile Altındağ ilçesinin Altınova beldesinin bir bölümünü sınırları içerisine almış olması ve bölgede Yenidoğan, Hıdırlıktepe, Çiçin mahallerinde yapılan kentsel dönüşüm çalışmaları ilçe nüfusun azalmasının sebepleri arasındadır (Şekil 4.17).



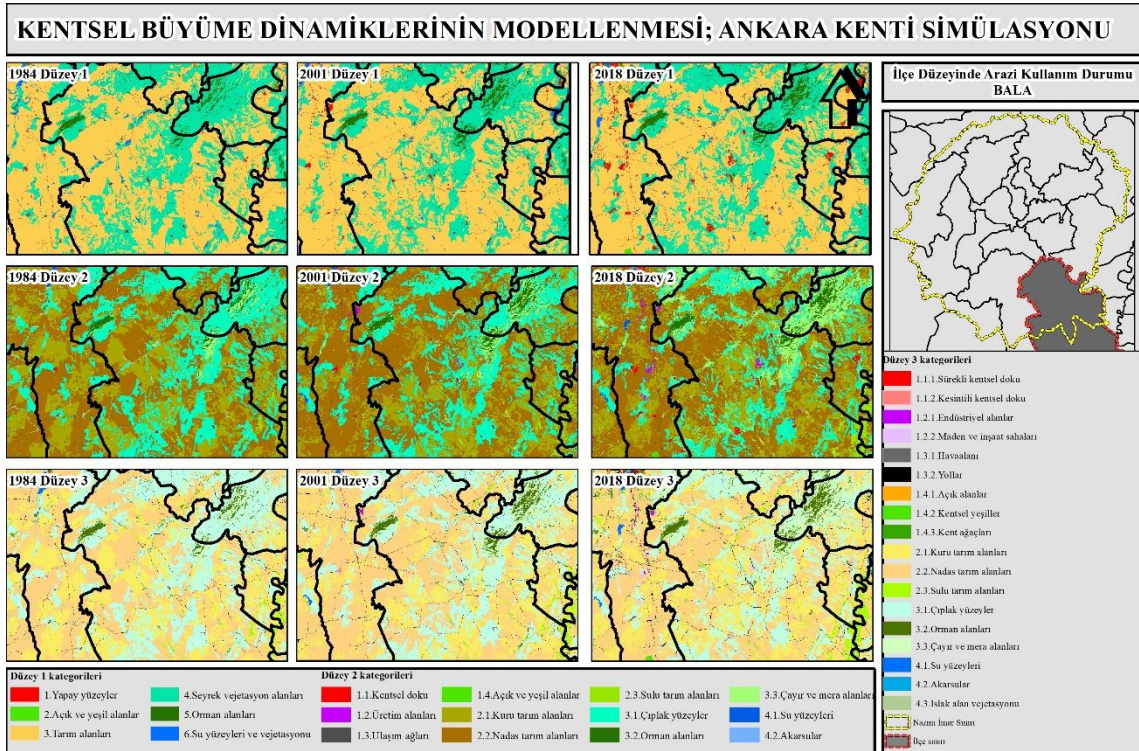
Şekil 4.17 Altındağ ilçesi zamansal değişim

**Ayaş;** İlçe 1985 yılında 21.762 kişilik nüfusa ve %2,7 işsizlik oranına sahiptir. İlçenin 1985 yılı kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 14.190 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı yok ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı yaklaşık 21.950 m<sup>2</sup>'dir. İlçede 2000 yılına gelindiğinde nüfus %2,4 azalış göstererek 21.239 kişiye gerilemiş ve işsizlik oranı bir önceki döneme göre %55,5 artış göstererek işgücündeki nüfusun %4,2'sine yükselmiştir. Bu yılda ilçenin kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 12.021 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 10,33 m<sup>2</sup>'ye ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 22.944 m<sup>2</sup>'ye artmıştır. 2017 yılında nüfus %42 oranında azalış göstererek 12.289 kişiye gerilemiştir. Aynı yıl için ilçenin işsizlik oranında bir miktar azalış gerçekleşerek %3,49'lar seviyesine gerilemiştir. Aynı yılda kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 3.565 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 49 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 39.169 m<sup>2</sup>'ye ulaşmıştır. Ayaş ilçesi için tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde ilçede incelenen her üç dönemde de nüfusun kademeli olarak azaldığı görülmektedir. Benzer şekilde ilçede her üç dönemde kişi başına düşen tarım alanı miktarı artmaktadır. Bu veri Ankara il genelinde yıllar içerisinde yaşanan tarımsal alan kaybı ile birlikte değerlendirildiğinde ilçenin ana geçim kaynağını tarım sektörünün oluşturduğu ve bu sektörün işsizlik oranını her üç dönemde de %4 altında tuttuğunu göstermektedir (Şekil 4.18).



Şekil 4.18 Ayaş ilçesi zamansal değişim

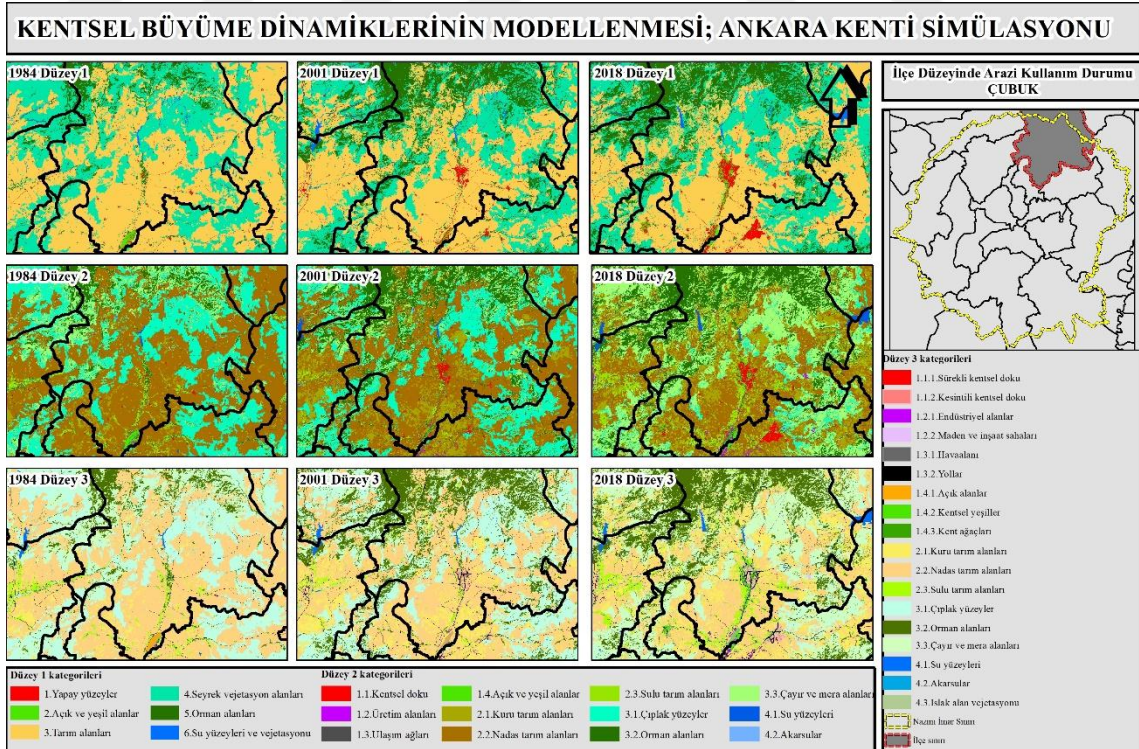
**Bala;** İlçe 1985 yılında 46.940 kişilik nüfusa ve %1,72 işsizlik oranına sahiptir. İlçenin 1985 yılı kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 11.237 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı yok ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı yaklaşık 19.548 m<sup>2</sup>'dir. İlçede 2000 yılına gelindiğinde nüfus %15,3 azalış göstererek 39.714 kişiye gerilemiş ve işsizlik oranı bir önceki döneme göre artış göstererek işgücündeki nüfusun %2,94 oranına ulaşmıştır. Bu yılda ilçenin kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 9368 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 24,8 m<sup>2</sup>'ye ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 23.602 m<sup>2</sup>'ye artmıştır. 2017 yılında nüfus %45 oranında azalış göstererek 21.682 kişiye gerilemiştir. Aynı yıl için ilçenin işsizlik oranında bir miktar azalış gerçekleşerek %2,14 seviyesine gerilemiştir. Aynı yılda kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 2.165 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 108,5 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 41.774 m<sup>2</sup>'ye ulaşmıştır. Bala ilçesi için tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde ilçede incelenen her üç dönemde de nüfus kademeli olarak düşmekte ve kişi başına düşen tarım alanı miktarı artmaktadır. İlçede tarımsal alanların artması ilçenin ana geçim kaynağının tarım sektörünün oluşturduğunu ve bu sektörün işsizlik oranını her üç dönemde de %3 altında tuttuğunu göstermektedir (Şekil 4.19).



Şekil 4.19 Bala ilçesi zamansal değişim

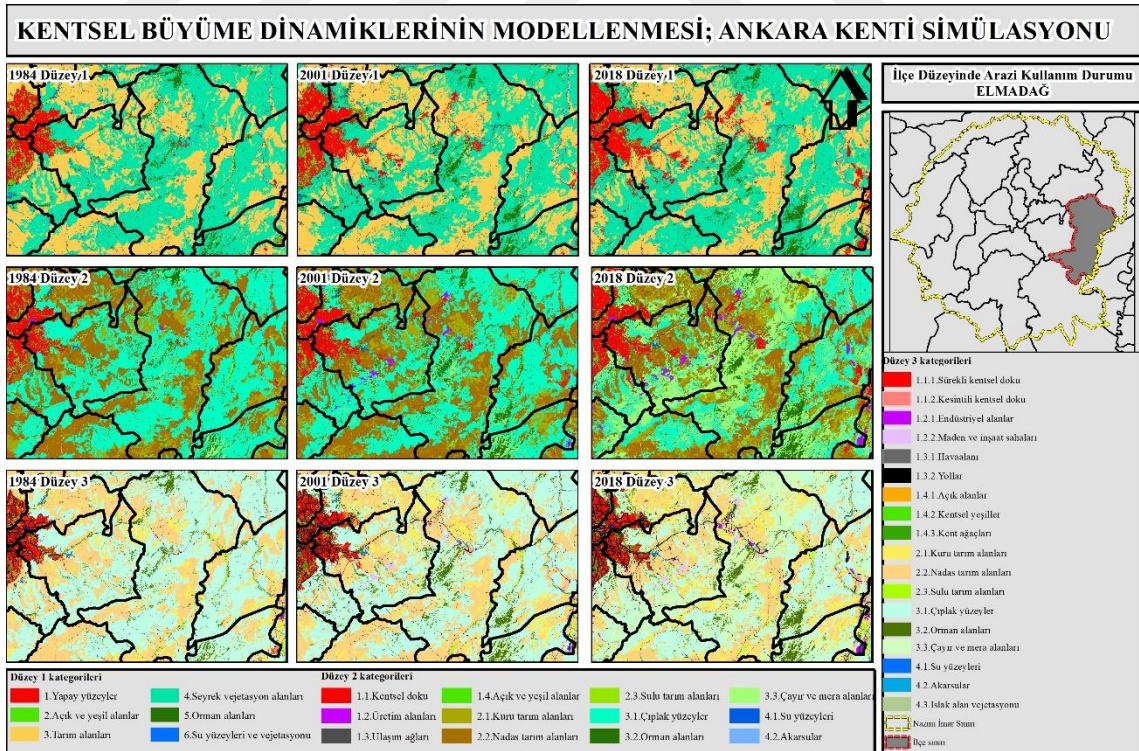


**Çubuk;** İlçe 1985 yılında 47.266 kişilik nüfusa ve %2,79 işsizlik oranına sahiptir. İlçenin 1985 yılı kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 12.954 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı 8,7 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı yaklaşık 11.000 m<sup>2</sup>'dir. İlçede 2000 yılına gelindiğinde nüfus %58,9 artış göstererek 75.119 kişiye artmış ve işsizlik oranı bir önceki döneme göre artış göstererek işgücündeki nüfusun %6,75 oranına ulaşmıştır. Bu yılda ilçenin kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 9110 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 9,47 m<sup>2</sup>'ye ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 5928 m<sup>2</sup>'ye kadar gerilemiştir. 2017 yılında nüfus %19,85 artarak 90.063 kişiye ulaşmıştır. Aynı yıl için ilçenin işsizlik oranında bir miktar azalış gerçekleşerek %4,55 seviyesine gerilemiştir. Aynı yılda kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 6.967 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 32 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 4399 m<sup>2</sup>'ye gerilemiştir. Çubuk ilçesi için tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde ilçede incelenen her üç dönemde de nüfusun arttığını ancak özellikle 2000'den 2017 yılına geçişte nüfus artış hızının bir önceki döneme göre daha yüksek olduğu ve her üç dönemde de tarımsal alan varlığının giderek azaldığı söylenebilir (Şekil 4.21).



Şekil 4.21 Çubuk ilçesi zamansal değişim

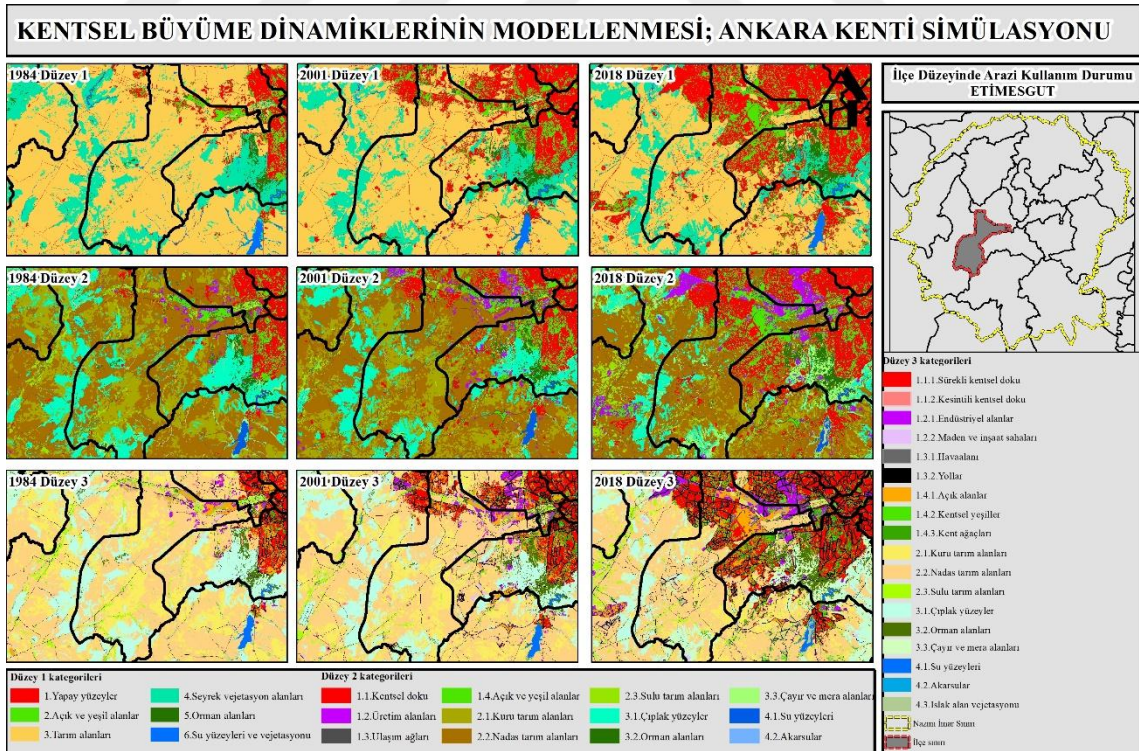
**Elmadağ;** İlçe 1985 yılında 32.967 kişilik nüfusa ve %11,49 işsizlik oranına sahiptir. İlçenin 1985 yılı kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 17.213 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı 5,6 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı yaklaşık 7251 m<sup>2</sup>'dir. İlçede 2000 yılına gelindiğinde nüfus %31,5 artış göstererek 43.374 kişiye artmış ve işsizlik oranı bir önceki döneme göre azalış göstererek işgücündeki nüfusun %6,09 oranına ulaşmıştır. Bu yılda ilçenin kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 10.297 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 25 m<sup>2</sup>, ye artarken ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 6137 m<sup>2</sup>'ye kadar düşmüştür. 2017 yılında nüfus %4 artarak 45.513 kişiye ulaşmıştır. Aynı yıl için ilçenin işsizlik oranında bir miktar azalış gerçekleşerek %8,87 seviyesine ulaşmıştır. Aynı yılda kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 5.087 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 83 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 5414 m<sup>2</sup>'ye gerilemiştir. Elmadağ ilçesi için tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde ilçede incelenen her üç dönemde de nüfusun arttığı ve her üç dönemde de tarımsal alan varlığı giderek azalırken, endüstriyel alan varlığında önemli bir artış yaşanmadığı söylenebilir (Şekil 4.22).



Şekil 4.22 Elmadağ ilçesi zamansal değişim

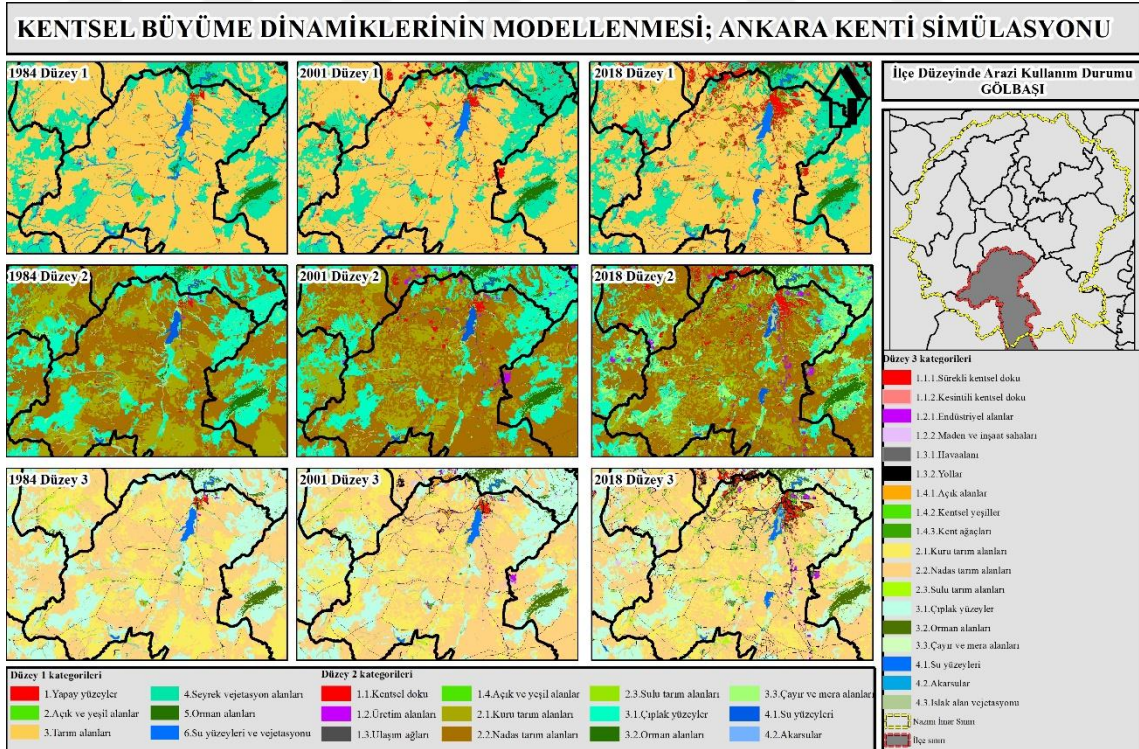


**Etimesgut;** İlçe 1985 yılında 2000 kişilik nüfusa ve %14,5 işsizlik oranına sahiptir. İlçenin 1985 yılı kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 844 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı 2900 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı yaklaşık 118.000 m<sup>2</sup>'dir. İlçede 2000 yılına gelindiğinde nüfus 171.293 kişiye artmış ve işsizlik oranı bir önceki döneme göre azalış göstererek işgücündeki nüfusun %10 oranına gerilemiştir. Bu yılda ilçenin kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 12.178 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 45 m<sup>2</sup>'ye ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 1310 m<sup>2</sup>'ye kadar gerilemiştir. 2017 yılında nüfus %230 artarak 566.500 kişiye ulaşmıştır. Aynı yıl için ilçenin işsizlik oranında bir miktar azalış gerçekleşerek %9,8 seviyesine ulaşmıştır. Aynı yılda kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 13.575 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 21 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 288 m<sup>2</sup>'ye gerilemiştir. Etimesgut ilçesi için tüm veriler birlikte değerlendirildiğinde ilçede incelenen her üç dönemde de nüfusun arttığı ve her üç dönemde de tarımsal alan varlığı giderek azalırken, endüstriyel alan varlığında önemli bir artış yaşanmak ile birlikte nüfusa düşen miktarın azaldığı söylenebilir (Şekil 4.23).



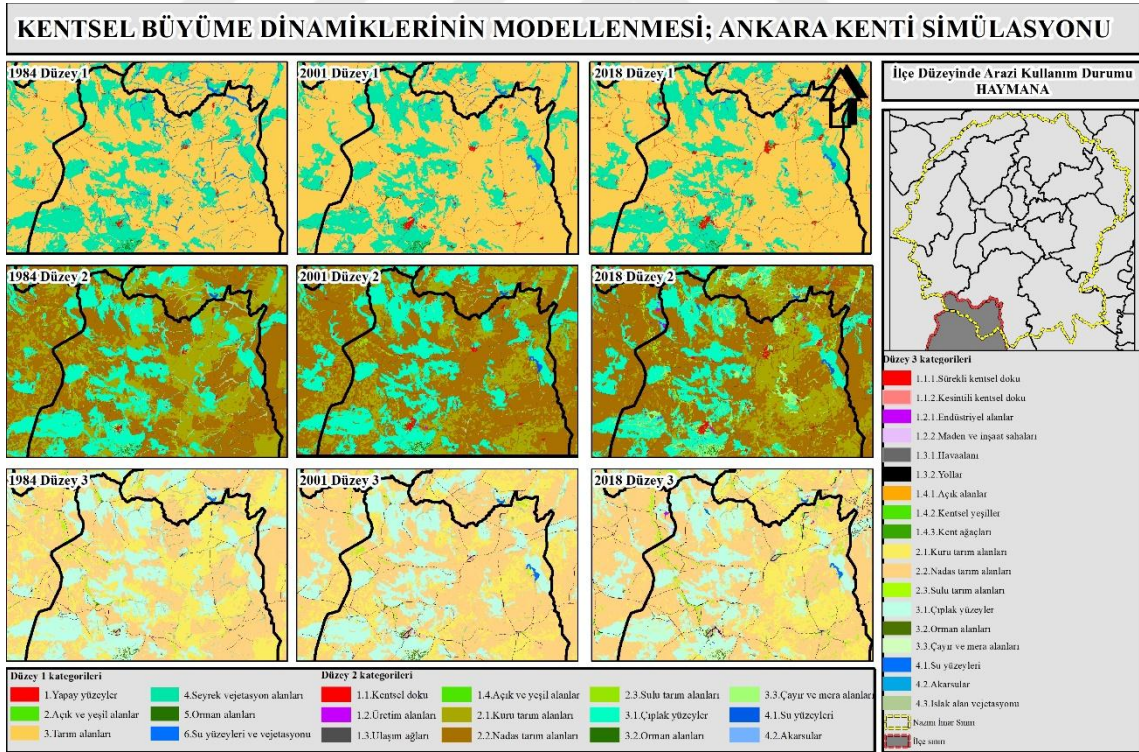
Şekil 4.23 Etimesgut ilçesi zamansal değişim

**Gölbaşı;** İlçe 1985 yılında 31.671 kişilik nüfusa ve %4,3 işsizlik oranına sahiptir. İlçenin 1985 yılı kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 5.585 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı 28 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı yaklaşık 23.343 m<sup>2</sup>'dir. İlçede 2000 yılına gelindiğinde nüfus %97 artarak 62.602 kişiye ulaşmış ve işsizlik oranı bir önceki döneme göre artış göstererek işgücündeki nüfusun %5,6 oranına ulaşmıştır. Bu yılda ilçenin kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 5.405 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 36 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 11.966 m<sup>2</sup>'ye kadar gerilemiştir. 2017 yılında nüfus %108 artarak 130.363 kişiye ulaşmıştır. Aynı yıl için ilçenin işsizlik oranında bir miktar azalış gerçekleşerek %4,6 seviyesine gerilemiştir. Aynı yılda kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 4.126 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 53 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 5409 m<sup>2</sup>'ye gerilemiştir. Gölbaşı ilçesinde incelenen her üç dönemde de nüfusun arttığı ve her üç dönemde de kişi başına düşen tarımsal alan varlığı giderek azalmasına rağmen, ilçedeki tarımsal alanlar alansal olarak neredeyse hiç değişmemiştir. Bu gösterge ilçenin endüstriyel faaliyetlerin artmasına rağmen tarımsal yapısını koruduğunu göstermektedir (Şekil 4.24).



Şekil 4.24 Gölbaşı ilçesi zamansal değişim

**Haymana;** İlçe 1985 yılında 60.823 kişilik nüfusa ve %2,4 işsizlik oranına sahiptir. İlçenin 1985 yılı kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 25.292 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı yok ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı yaklaşık 8683 m<sup>2</sup>'dir. İlçede 2000 yılına gelindiğinde nüfus %11 azalarak 54.087 kişiye gerilemiş ve işsizlik oranı bir önceki döneme göre artış göstererek işgücündeki nüfusun %3,3 oranına ulaşmıştır. Bu yılda ilçenin kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 14.247 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 2 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 10.000 m<sup>2</sup>'ye kadar ulaşmıştır. 2017 yılında nüfus %49,5 azalarak 27.277 kişiye ulaşmıştır. Aynı yıl için ilçenin işsizlik oranında bir miktar azalış gerçekleşerek %2,55 seviyesine gerilemiştir. Aynı yılda kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 4.225 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 24 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 19.851 m<sup>2</sup>'ye ulaşmıştır. Haymana ilçesinde nüfus hareketleri incelendiğinde nüfusun özellikle 2000 yılından sonra ciddi bir azalış eğilimine girdiği ancak ilçede tarımsal faaliyetlerin aktif bir şekilde devam ettiği gözlenmektedir (Şekil 4.25).

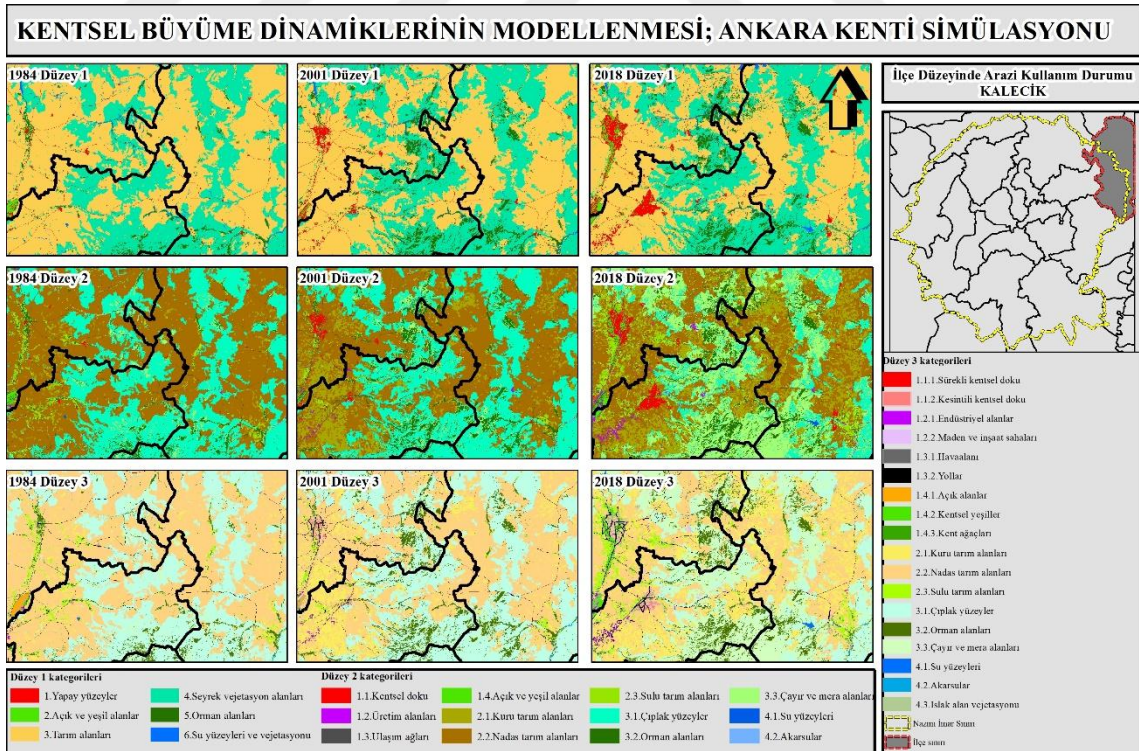


Şekil 4.25 Haymana ilçesi zamansal değişim

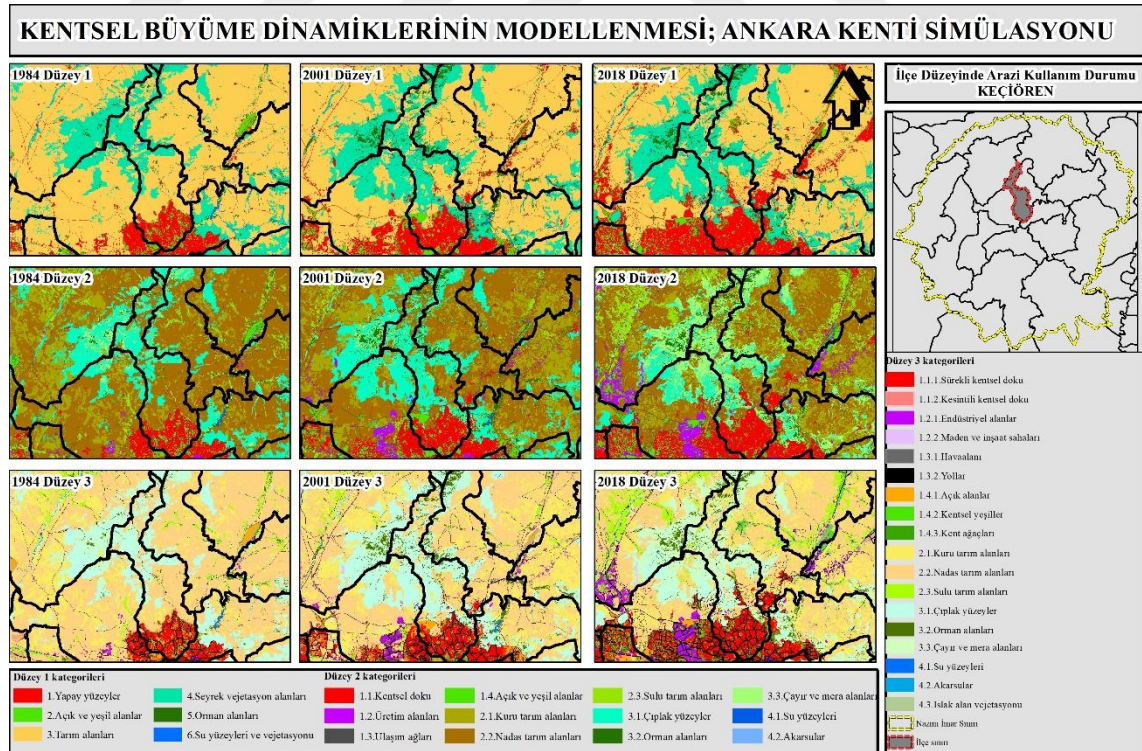
**Kahramankazan;** İlçe 1985 yılında 14.311 kişilik nüfusa ve %20,8 işsizlik oranına sahiptir. Bu dönemde ilçede istihdam edilecek yaştaki her beş kişiden 1 işsiz olduğu



**Kalecik;** İlçe 1985 yılında 27.349 kişilik nüfusa ve %2,2 işsizlik oranına sahiptir. İlçenin 1985 yılı kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 16.659 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı yok ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı yaklaşık 15.000 m<sup>2</sup>'dir. İlçede 2000 yılına gelindiğinde nüfus %9,5 azalarak 24.738 kişiye gerilemiş ve işsizlik oranı bir önceki döneme göre bir miktar artarak işgücündeki nüfusun %3,6'sına ulaşmıştır. Bu yılda ilçenin kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 13.042 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise yok ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 15.400 m<sup>2</sup>'ye ulaşmıştır. 2017 yılında nüfus %47,9 azalarak 12.897 kişiye gerilemiştir. Aynı yıl için ilçenin işsizlik oranında bir miktar azalış gerçekleşerek %2,8 seviyesine ulaşmıştır. Aynı yılda kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 3.423 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 33 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 28.518 m<sup>2</sup>'ye ulaşmıştır. Kalecik ilçesinde nüfus hareketleri incelendiğinde nüfusun her iki dönemde azaldığı ancak 2000'den sonra nüfusun yarıya indiği gözlenmektedir. İlçede 1984 ve 2001 yıllarında hiç endüstriyel alan varlığı yokken 2018 yılında ilçede 0,48 km<sup>2</sup>'lik bir endüstriyel alan varlığına sahip olmuştur (Şekil 4.27).

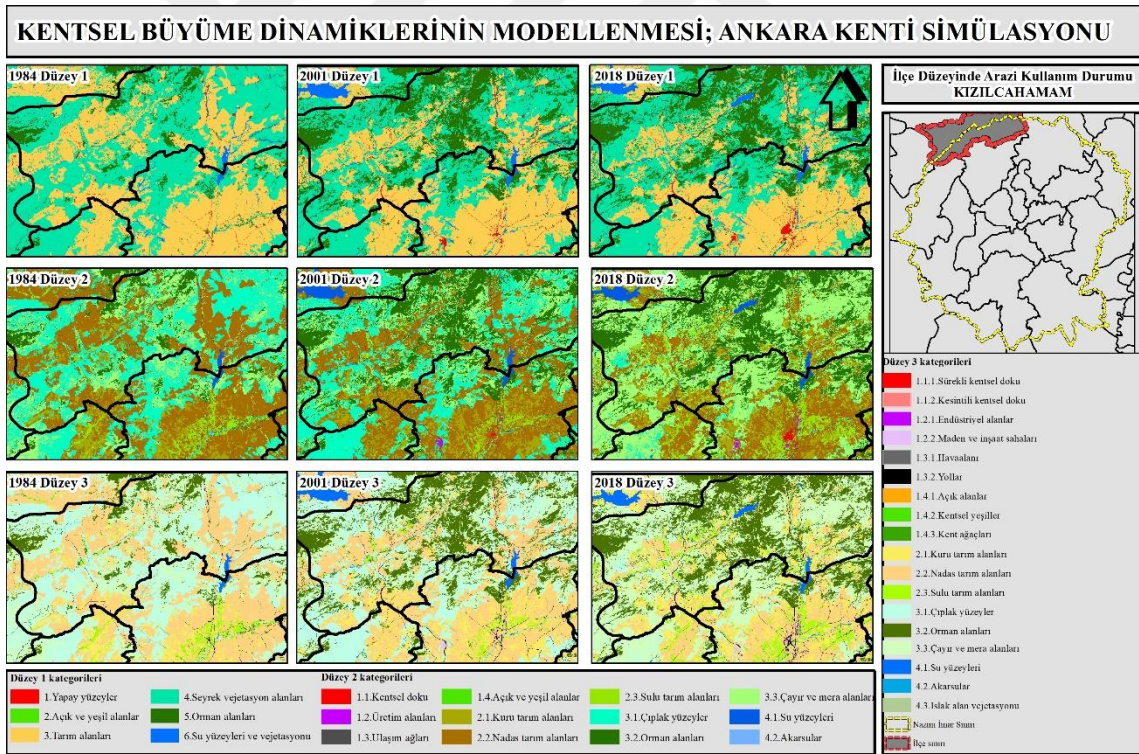


**Keçiören;** İlçe 1985 yılında 441.050 kişilik nüfusa ve %10,2 işsizlik oranına sahiptir. Bu dönemde ilçede istihdam edilecek yaştaki her on kişiden 1 işsizdir. İlçenin 1985 yılı kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 17.387 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı yok ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı yaklaşık 158 m<sup>2</sup>'dir. İlçede 2000 yılına gelindiğinde nüfus %46,1 artarak 644.568 kişiye ulaşmış ve işsizlik oranı bir önceki döneme göre bir miktar artarak işgücündeki nüfusun %13'e ulaşmıştır. Bu yılda ilçenin kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 22.089 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise yok ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 67 m<sup>2</sup>'ye kadar gerilemiştir. 2017 yılında nüfus %64,4 artarak 917.759 kişiye ulaşmıştır. Aynı yıl için ilçenin işsizlik oranında bir miktar azalış gerçekleşerek %10,7 seviyesine gerilemiştir. Aynı yılda kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 24.893 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 0,4 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 41 m<sup>2</sup>'ye gerilemiştir. İlçede her iki dönemde de nüfus artış hızı %50'ler civarında yaşanmıştır. İlçe sınırları içerisindeki toplam tarım alanı 1984 yılında 69 km<sup>2</sup> iken 2018 yılında %45 azalarak 38 km<sup>2</sup>'ye gerilemiştir (Şekil 4.28).



Şekil 4.28 Keçiören ilçesi zamansal değişim

**Kızılcahamam;** İlçe 1985 yılında 32.162 kişilik nüfusa ve %2,5 işsizlik oranına sahiptir. İlçenin 1985 yılı kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 20.000 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı 2 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı yaklaşık 6900 m<sup>2</sup>'dir. İlçede 2000 yılına gelindiğinde nüfus %4,5 artarak 33.623 kişiye ulaşmış ve işsizlik oranı bir önceki döneme göre bir miktar artarak işgücündeki nüfusun %3,8'ine ulaşmıştır. Bu yılda ilçenin kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 20.000 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 2 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 5084 m<sup>2</sup>'ye ulaşmıştır. 2017 yılında nüfus %25 azalarak 24.947 kişiye gerilemiştir. Aynı yıl için ilçenin işsizlik oranında bir miktar azalış gerçekleşerek %3 seviyesine ulaşmıştır. Aynı yılda kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 13.707 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise 2 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı 5519 m<sup>2</sup>'ye ulaşmıştır. İlçedeki nüfus hareketleri incelendiğinde ilçe nüfusunun kademeli olarak azaldığı gözlenmektedir (Şekil 4.29).



Şekil 4.29 Kızılcahamam ilçesi zamansal değişim

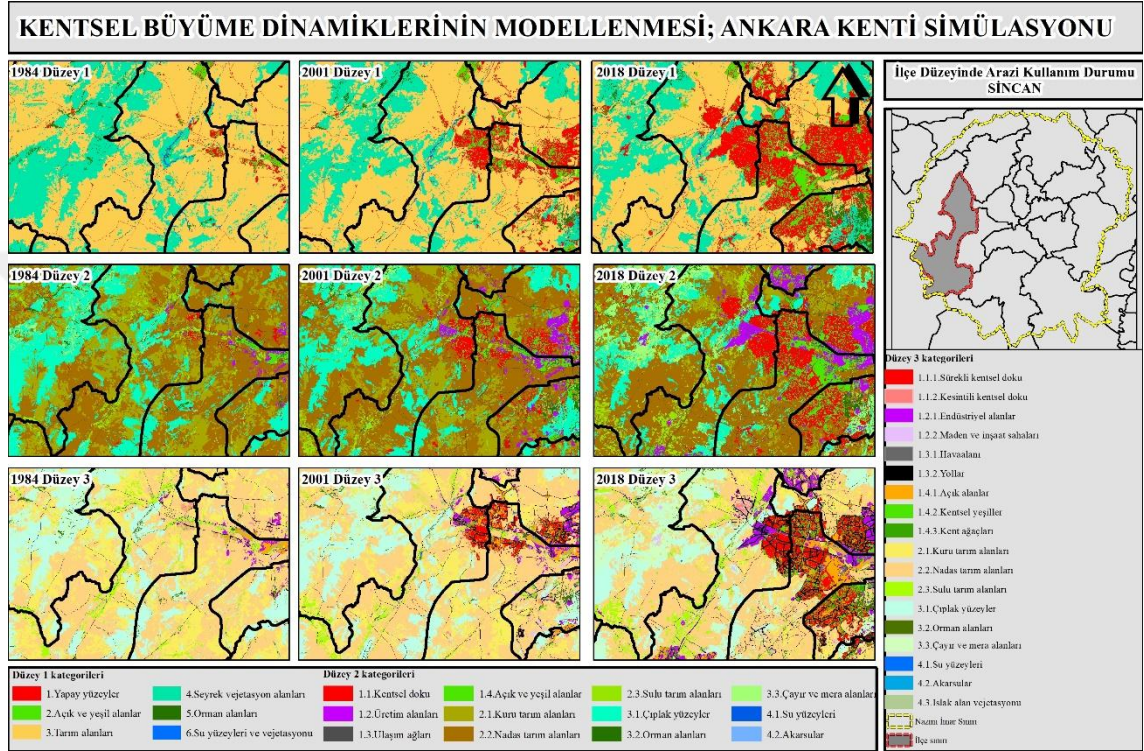
**Mamak;** İlçe 1985 yılında 379.460 kişilik nüfusa ve %11 işsizlik oranına sahiptir. İlçenin 1985 yılı kentsel yerleşim yoğunluğu km<sup>2</sup> başına 17.581 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı 1 m<sup>2</sup> ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı yaklaşık 315







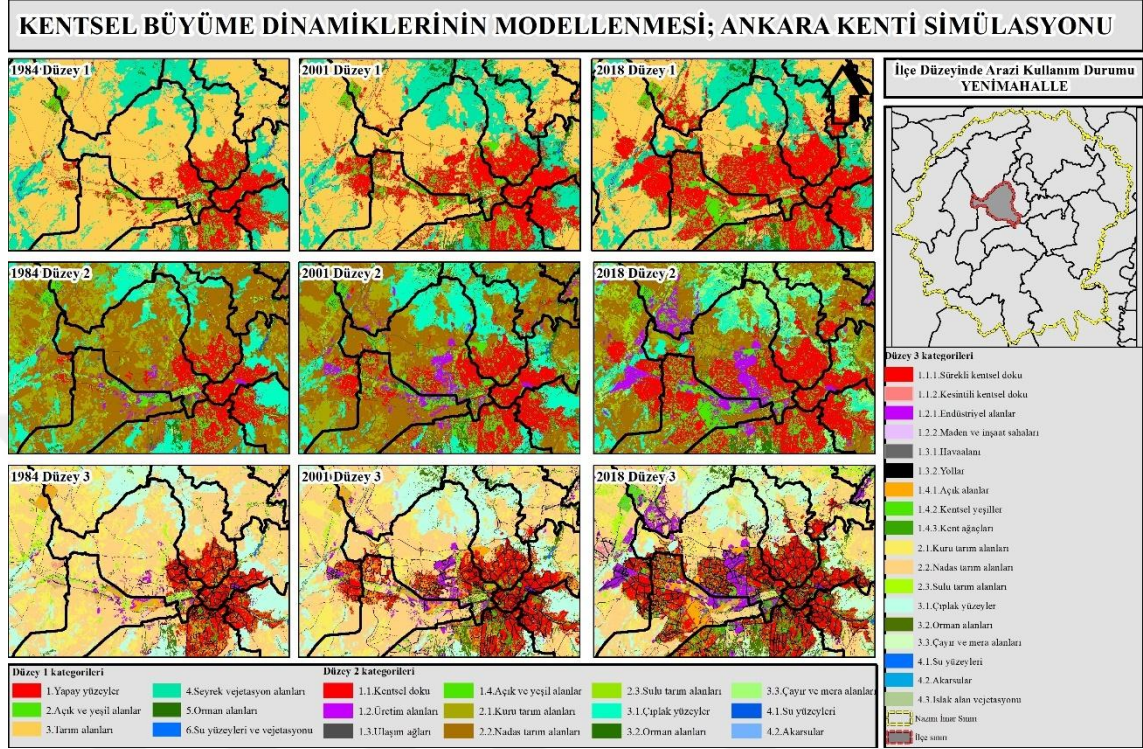
seviyesine ulaşmıştır. Aynı yılda kentsel yerleşim yoğunluğu  $\text{km}^2$  başına 14.441 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise  $43 \text{ m}^2$  ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı  $1020 \text{ m}^2$ 'ye gerilemiştir. İlçede yaşanan nüfus hareketleri ilçenin hızla büyümesine neden olurken, ilçedeki endüstriyel alan varlığındaki artış ilçenin tarımsal kimliğini değiştirerek ilçeye endüstriyel bir kimlik kazandırmaktadır (Şekil 4.32).



Şekil 4.32 Sincan ilçesi zamansal değişim

**Yenimahalle;** İlçe 1985 yılında 365.894 kişilik nüfusa ve %6,4 işsizlik oranına sahiptir. İlçenin 1985 yılı kentsel yerleşim yoğunluğu  $\text{km}^2$  başına 21.727 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı  $11 \text{ m}^2$  ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı yaklaşık  $453 \text{ m}^2$ 'dir. İlçede 2000 yılına gelindiğinde nüfus %51,1 artarak 553.344 kişiye ulaşmış ve işsizlik oranı bir önceki döneme göre artarak %12,2'ler seviyesine ulaşmıştır. Bu yılda ilçenin kentsel yerleşim yoğunluğu  $\text{km}^2$  başına 20.330 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise  $25 \text{ m}^2$  ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı  $202 \text{ m}^2$ 'ye gerilemiştir. 2017 yılında nüfus %10,1 artarak 609.603 kişiye ulaşmıştır. Aynı yıl için ilçenin işsizlik oranında bir miktar azalış meydana gelerek %9,17 seviyesine ulaşmıştır. Aynı yılda kentsel yerleşim yoğunluğu  $\text{km}^2$  başına 14.266 kişi, kişi başına düşen endüstriyel alan varlığı ise  $37 \text{ m}^2$  ve kişi başına düşen tarımsal alan varlığı  $121 \text{ m}^2$ 'dir. Yenimahalle

ilçesinde nüfus hareketleri incelendiğinde nüfusun her iki dönemde arttığı gözlenmektedir (Şekil 4.33).



Şekil 4.33 Yenimahalle ilçesi zamansal değişim

Sosyo ekonomik hareketlilik ve peyzaj desen değişimi birlikte incelendiğinde Ankara'da merkeze bütünleşik konumdaki (Altındağ, Çankaya, Etimesgut, Keçiören, Mamak ve Yenimahalle) ilçeler, yıllara içerisinde yapay yüzey kategorisinin en fazla arttığı bölgelerdir ve bu bölgelerde yaşanan yapay yüzey artışı tarım alanlarının aleyhine gerçekleşmektedir. Merkezi bütünleşik ilçeler 2017 yılında Ankara nüfusunun %75'ini barındırmakta (4.075.162) ve bu ilçelerin incelenen dönemlerdeki nüfus artış hızı %50'nin üzerinde gerçekleşmektedir. Bu ilçelerin işsizlik oranları ise her üç dönemde de %10'nun üzerinde seyretmektedir. Merkezi bütünleşik ilçelerin komşu ilçelerinde ise (Akyurt, Bala, Çubuk, Elmadağ, Gölbaşı, Kahramankazan, Porsaklar ve Sincan) yıllara içerisinde yapay yüzey kategorisinde bir artış olmasına karşın bu artış merkeze bütünleşik ilçelerin hızından düşüktür. Bu ilçeler içerisinde kent merkezinin doğusunda Elmadağ, kuzeyinde bulunan Akyurt, Çubuk ve Kahramankazan ilçeleri, merkezin batısında bulunan Sincan ve merkezin güneyinde yer alan Gölbaşı ilçelerinde endüstriyel alan varlığı 2001-2018 yılları arasında %297 artarak 15,1393 km<sup>2</sup>'den

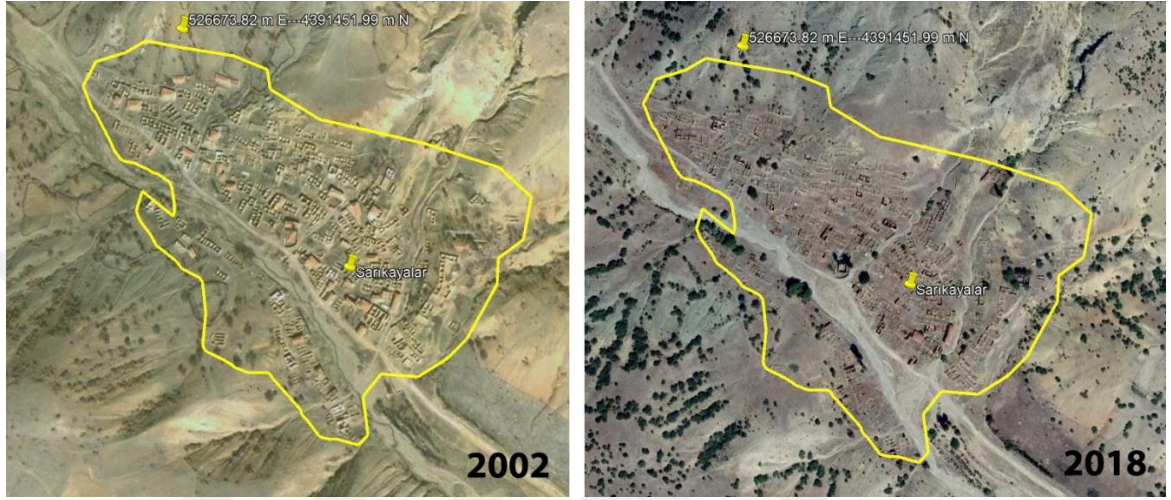
57,8757 km<sup>2</sup>'ye artmıştır. Bu artış hızı araştırma alanındaki diğer ilçelerin endüstriyel alan artışının çok üzerindedir. Birincil komşu ilçeler arasında endüstriyel alan gelişimi en yüksek ilçeler ise kent merkezinin kuzeybatı ve batı istikametinde yer alan Kahramankazan ve Sincan ilçeleridir. Birincil komşu ilçelerinin nüfus yoğunluğuna bakıldığında 2017 yılında Ankara nüfusunun %19,2'sini barındırmaktadır (1.039.102). Bu ilçelerin işsizlik oranları ise her üç dönemde de %7'nin altında seyretmektedir. Bu ilçelerde her üç dönemde ciddi oranlarda tarımsal alan kaybı yaşanmasına karşın ilçelerin önemli bir bölümünde (Akyurt, Çubuk, Gölbaşı, Bala) gibi ilçelerde tarım sektörünün işsizlik oranı üzerinde ciddi etkisi olduğu görülmektedir. Birincil komşu ilçelerden Sincan'da ise ilçenin tarım alanları 2000 yılından sonra yok olmaya başlamıştır. Üçüncü grupta bulunan çeper ilçelerde (Ayaş, Çamlıdere, Güdül, Haymana, Kalecik, Kızılcahamam, Polatlı) nüfus değişim hızının negatif, nüfus yoğunluğu ve işsizlik oranının düşük olduğu tarım baskın karaktere sahip ilçelerdir.

#### **4.4 Arazi Kullanımı/Örtüsü Değişim Matrisleri-Arazi Geçişleri**

1984, 2001 ve 2018 yıllarındaki arazi kullanımlarının birbirilerine geçişleri değişim tespit analizi ile (Change detection) 1984-2001 ve 2001-2018 dönemleri için hesaplanmıştır. Arazi dönüşümü, dönüşümün yönü ve oranına ilişkin değerlendirmeler iki dönem üzerinden yapılarak bu iki dönem için geçiş matrisleri oluşturulmuştur. Birinci, matrisi 1984-2001 yılları arasında Düzey 1 kategorisindeki arazi kullanımlarını; ikinci geçiş matrisi 2001-2018 yılları arasında düzey 1 kategorisindeki arazi kullanım geçişlerini göstermektedir.

**1984-2001 geçiş matrisi:** bu matris düzey 1 arazi kullanımlarının 1984-2001 yılları arasındaki geçişlerinin anlaşılması için oluşturulmuştur (Çizelge 4.8). 1984 yılından 2001 yılına **yapay yüzeyler arazi kullanımından** 8,69 km<sup>2</sup> açık yeşil alanlara 5,1 km<sup>2</sup> tarım alanlarına ve 1,39 km<sup>2</sup> seyrek vejetasyon alanları kategorisine geçiş yapmıştır. 1984-2001 yılları arasında yapay yüzey sınıfının daimi / değişmeyen alanı 240,1 km<sup>2</sup>, kaybedilen alanı 15,18 km<sup>2</sup> ve kazanılan alanı 234,40 km<sup>2</sup>'dir. Bu kategoride meydana gelen geçişler detay düzeyde incelendiğinde, açık-yeşil alan kategorisine geçişin yaklaşık %60'ı ulaşım kategorisi içerisindeki yol sınıfından, arta kalanı ise kentsel doku kategorisinden gerçekleşmiştir. Yapay yüzey kategorisinden tarım alanları ve seyrek

vejetasyon kategorilerine geçiş ise yollar, maden ve inşaat sahaları ve kesintili kentsel doku kategorisinden gerçekleşmiştir (Maden alanları ve kesintili kentsel doku içerisindeki bazı alanlar zamanla terkedilmiş ve bu nedenle bu kategoriden geçişler yaşanmıştır (Şekil 4.34)).



Şekil 4.34 Arazi dönüşümü: Ankara kent merkezinin güneyinde bulunan Sarıkayalar köyü 1984'den 2002'ye geçerken terkedilmiştir

Çizelge 4.8 1984-2001 geçiş matrisleri

Arazi kullanımları	Arazi kullanımları	Alan (Km <sup>2</sup> )	Geçiş olasılığı
<b>1.Yapay yüzeyler</b>	2.Açık ve yeşil alanlar	8,6967	0,034
	3.Tarım alanları	5,1012	0,019
	4.Seyrek vejetasyon alanları	1,3914	0,005
<b>2.Açık ve yeşil alanlar</b>	1.Yapay yüzeyler	39,3356	0,364
	4.Seyrek vejetasyon alanları	1,3796	0,012
<b>3.Tarım alanları</b>	1.Yapay yüzeyler	161,9056	0,021
	2.Açık ve yeşil alanlar	47,1775	0,006
	4.Seyrek vejetasyon alanları	53,1831	0,007
	5.Orman alanları	66,4027	0,008
	6.Su yüzeyleri ve vejetasyonu	16,2743	0,002
<b>4.Seyrek vejetasyon alanları</b>	1.Yapay yüzeyler	31,4329	0,006
	2.Açık ve yeşil alanlar	6,6582	0,001
	3.Tarım alanları	26,1585	0,005
	5.Orman alanları	421,7218	0,081
<b>5.Orman alanları</b>	1.Yapay yüzeyler	1,7352	0,003
	2.Açık ve yeşil alanlar	1,6128	0,003
	3.Tarım alanları	1,2936	0,002
	4.Seyrek vejetasyon alanları	5,2829	0,01
<b>6.Su yüzeyleri ve vejetasyonu</b>	3.Tarım alanları	14,8499	0,112
	4.Seyrek vejetasyon alanları	2,5344	0,019
	5.Orman alanları	4,661	0,035

1984 yılından 2001 yılına geçişte **açık ve yeşil alanlar kategorisi**, 39,3 km<sup>2</sup> yapay yüzeylere, 1,37 km<sup>2</sup> seyrek vejetasyon alanları kategorisine geçiş yapmıştır, 1984-2001 yılları arasında bu kategorideki daimî alan 67,13 km<sup>2</sup>, kaybedilen alan 40,71 km<sup>2</sup> ve kazanılan alan 64,14 km<sup>2</sup>'dir. Bu kategoriye ilişkin meydana gelen geçişler detay düzeyde incelendiğinde, açık-yeşil alan kategorisi içerisinde en çok dönüşüm açık alanlar kategorisinde gerçekleşmektedir.

1984 yılından 2001 yılına geçişte **tarım alanları kategorisi**, 161,9 km<sup>2</sup> yapay yüzeylere, 47,17 km<sup>2</sup> açık ve yeşil alanlar kategorisine, 53,18 km<sup>2</sup> seyrek vejetasyon alanları kategorisine, 66,4 km<sup>2</sup> orman alanları kategorisine ve 16,2 km<sup>2</sup> su yüzeyleri ve vejetasyonu kategorisine geçiş yapmıştır. 1984-2001 yılları arasında bu kategorideki daimî alan 7243,81 km<sup>2</sup>, kaybedilen alan 344,94 km<sup>2</sup> ve kazanılan alan 47,4 km<sup>2</sup>'dir. Bu kategoriye ilişkin meydana gelen geçişler tarım alanları kategorisinde en fazla geçiş kuru tarım alanlarında yaşanmaktadır. Tarım alanları kategorisinden su yüzeyleri kategorisine geçişteki en büyük etmen tarım alanları üzerinde kurulan barajlardır.

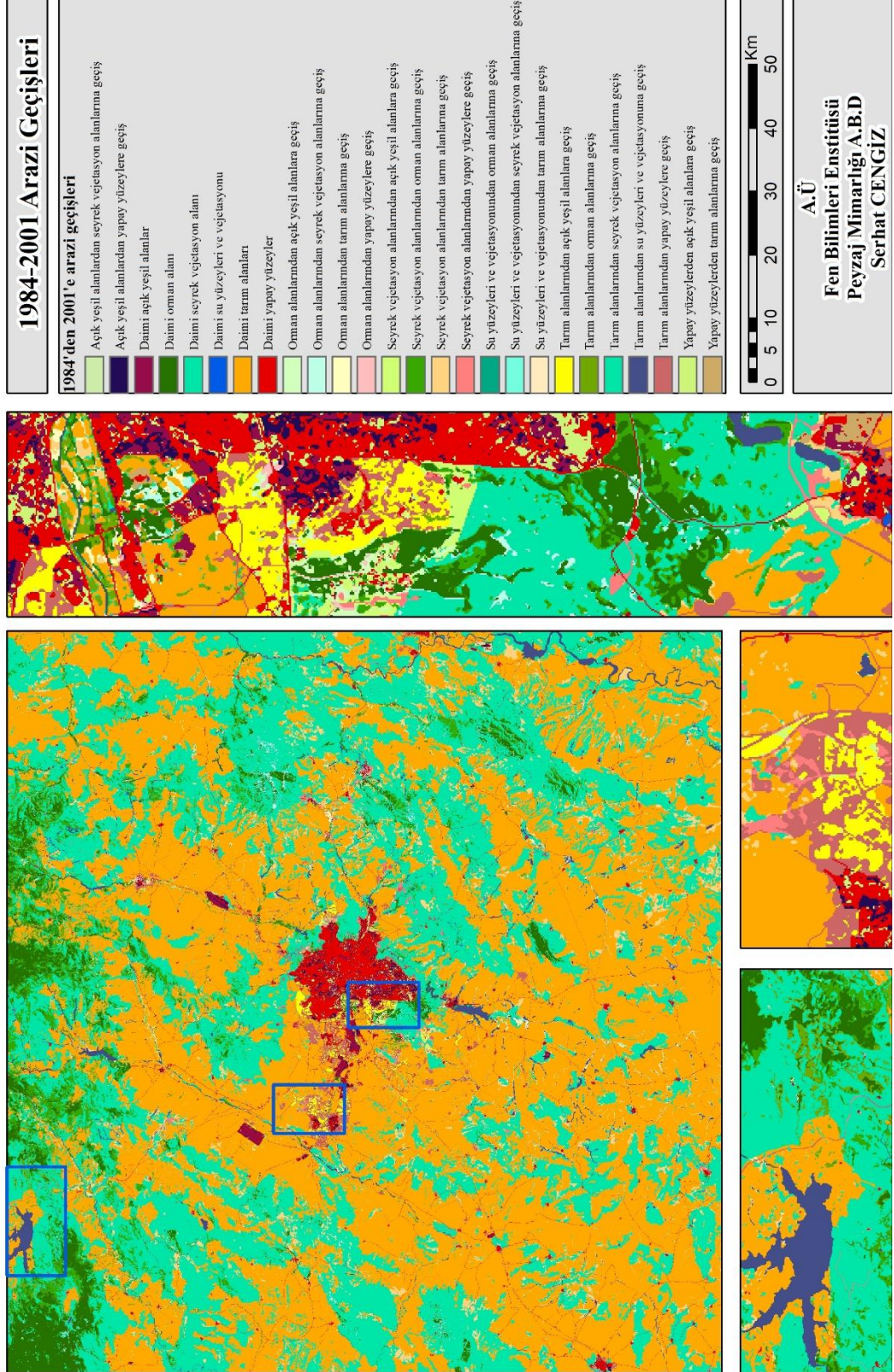
1984 yılından 2001 yılına geçişte **seyrek vejetasyon alanlar**, 31,43 km<sup>2</sup> yapay yüzeylere, 6,65 km<sup>2</sup> açık ve yeşil alanlar kategorisine, 26,15 km<sup>2</sup> tarım alanları kategorisine ve 421,72 km<sup>2</sup> orman alanları kategorisine geçiş yapmıştır. 1984-2001 yılları arasında bu kategorideki daimî alan 4427,08 km<sup>2</sup>, kaybedilen alan 485,97 km<sup>2</sup> ve kazanılan alan 63,77 km<sup>2</sup>'dir. Bu kategoriye ilişkin meydana gelen geçişler seyrek vejetasyon alanları kategorisinde en fazla geçiş orman alanlarına doğru ve kent merkezinin kuzeyinde gerçekleşmektedir.

1984 yılından 2001 yılına geçişte **orman alanları**, 1,73 km<sup>2</sup> yapay yüzeylere, 1,61 km<sup>2</sup> açık ve yeşil alanlar kategorisine, 1,29 km<sup>2</sup> tarım alanları kategorisine ve 5,28 km<sup>2</sup> seyrek vejetasyon alanları kategorisine geçiş yapmıştır. 1984-2001 yılları arasında bu kategorideki daimî alan 478,27 km<sup>2</sup>, kaybedilen alan 9,92 km<sup>2</sup> ve kazanılan alan 492,78 km<sup>2</sup>'dir. Bu kategoriye ilişkin meydana gelen geçişler incelendiğinde, orman alanları kategorisi alansal olarak en az kaybeden en çok kazanan kategoridir. Orman alanları kategorisindeki geçişler incelendiğinde, orman alanları dönüşen alan kullanım kategorisinin büyük bir bölümünü seyrek alan vejetasyonu kategorisi ve ardından tarım alanları olduğu görülmektedir.

1984 yılından 2001 yılına geçişte **su yüzeyleri ve vejetasyonu kategorisinden**, 14,8 km<sup>2</sup> tarım alanlarına; 2,5 km<sup>2</sup> seyrek vejetasyon alanlarına ve 4,6 km<sup>2</sup> orman alanlarına geçiş yaşanmıştır. 1984-2001 yılları arasında bu daimî alan 110,52 km<sup>2</sup>, kaybedilen alan 22,04 km<sup>2</sup> ve kazanılan alan 16,27 km<sup>2</sup>'dir. Bu kategoriye ilişkin meydana gelen geçişler incelendiğinde, su yüzeyleri ve vejetasyonu kategorisinden en fazla geçiş tarım alanlarına doğru gerçekleşmiştir. Bu durumun temel nedeni kent merkezinin güneyindeki sulak alanların 1984'den 2001'e kurutularak tarımsal faaliyetler için kullanılmasıdır.

1984-2001 yılları arasındaki arazi geçişleri analizlerine göre, orman alanları kategorisi en az kaybeden en çok alan kazanan kategoridir. Bu kategoriye geçişlerinin büyük bir çoğunluğu seyrek vejetasyon alanlarından olmuştur. Şekil 4.35'de aktarılan 1984-2001 arazi geçişleri değerlendirildiğinde seyrek vejetasyon alanlardan orman alanlarına geçişin önemli bir bölümü kent merkezinin kuzeyinde ve 1984 yılında orman alanı olan bölgelere komşu alanlardan gerçekleşmiştir. Bu yıllar arasındaki arazi geçişinde orman alanlarından sonra en az alan kaybeden ve en fazla alan kazanan kategori yapay yüzeylerdir. Yapay yüzeyler kategorisine geçiş su yüzeyleri dışındaki tüm kategorilerden gerçekleşmiştir. Bu kategoriye en fazla kaybeden tarım alanları 161,9 km<sup>2</sup> ve ardından açık yeşil alanlar kategorisi 39,3 km<sup>2</sup>'dir. Yapay yüzeyler kategorisine geçiş çoğunlukla kentsel alana bütünleşik konumdaki komşu parsellerden gerçekleşmiştir. Geçiş matrisi incelendiğinde açık yeşil alan kategorisinin geçişleri şu şekildedir; kentsel alana bütünleşik konumdaki tarım alanları açık yeşil alana ve açık yeşil alanlarda yapay yüzeylere dönüşmektedir. Arazi geçişleri matrisinin ikinci en büyük kaybedeni tarım alanları incelendiğinde dönüşümün üretici peyzajlardan tüketici peyzajlara doğru olduğu görülmektedir. Su yüzeyleri ve vejetasyonu kategorisindeki geçişler incelendiğinde, bu kategoride ıslak alan vejetasyonları ve ırmak kenarı vejetasyonu kaybederken su yüzeyleri kazanmaktadır. Başka bir ifadeyle, çalışma alanında yapılan barajlar su yüzeylerinin artmasına neden olurken özellikle kent merkezinin güneyinde sulak alanların kurutulması buradaki vejetasyon alanlarının azalmasına neden olmuştur.

# KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



Şekil 4.35 1984-2001 arazi geçişleri



**2001-2018 geçiş matrisi;** bu matris düzey 1 kategorilerinin 2001-2018 yılları arasındaki kategori geçişlerin ortaya konulması için oluşturulmuştur (izelge 4.9). 2001 yılından 2018 yılına geçişte **yapay yüzeyler kategorisinden**, 3,77 km<sup>2</sup> açık yeşil alan kategorisine geçiş yaşanmıştır. 2001-2018 yılları arasında bu kategorideki daimi / değişmeyen alan 470,7 km<sup>2</sup>, kaybadilen alan 3,77 km<sup>2</sup> ve kazanılan alan 307,94 km<sup>2</sup>'dir. Yapay yüzeyler kategorisinin açık yeşil alanlar kategorisine geçiş olasılığı 0,007'dir. Bu kategoriye ilişkin meydana gelen geçişler detay düzeyde incelendiğinde, açık-yeşil alan kategorisine geçişin tamamı sürekli kentsel doku içerisinden olmuştur. Sürekli kentsel doku içerisinde bulunan Dikmen Vadisi boyunca uzanan gecekondular bölgesinde yaşanan kentsel dönüşüm 2001 yılından 2018 yılına geçerken sürekli kentsel doku kategorisinden açık yeşil alan kategorisine geçişte en önemli bir nedendir (şekil 4.36).



şekil 4.36 2005-2018 Dikmen Vadisi arazi dönüşüm

Çizelge 4.9 2001-2018 geçiş matrisleri

Arazi kullanımları	Arazi kullanımları	Alan (Km <sup>2</sup> )	Geçiş olasılığı
<b>1.Yapay yüzeyler</b>	2.Açık ve yeşil alanlar	3.779	0,007
<b>2.Açık ve yeşil alanlar</b>	1.Yapay yüzeyler	32.0301	0,243
<b>3.Tarım alanları</b>	1.Yapay yüzeyler	209.0291	0,028
	2.Açık ve yeşil alanlar	85.6069	0,011
	4.Seyrek vejetasyon alanları	148.1003	0,02
	5.Orman alanları	32.4774	0,004
	6.Su yüzeyleri ve vejetasyonu	11.6577	0,001
<b>4.Seyrek vejetasyon alanları</b>	1.Yapay yüzeyler	64.0746	0,014
	2.Açık ve yeşil alanlar	9.1629	0,002
	3.Tarım alanları	0.3348	0,00007
	5.Orman alanları	113,701	0,025
	6.Su yüzeyleri ve vejetasyonu	5.2263	0,001
<b>5.Orman alanları</b>	1.Yapay yüzeyler	2.2419	0,002
	2.Açık ve yeşil alanlar	5.1354	0,005
	3.Tarım alanları	17.7237	0,016
	4.Seyrek vejetasyon alanları	65.2059	0,063
	6.Su yüzeyleri ve vejetasyonu	5.7715	0,005
<b>6.Su yüzeyleri ve vejetasyonu</b>	1.Yapay yüzeyler	0.5733	0,004
	2.Açık ve yeşil alanlar	1.1259	0,008
	3.Tarım alanları	8.0829	0,057
	4.Seyrek vejetasyon alanları	0.1134	0,0008

2001 yılından 2018 yılına geçişte **açık ve yeşil alanlar kategorisinden**, 32 km<sup>2</sup> yapay yüzeyler kategorisine geçiş yaşanmıştır. 2001-2018 yılları arasında bu kategorideki daimî alan 99,24 km<sup>2</sup>, kaybedilen alan 32 km<sup>2</sup> ve kazanılan alan 104,8 km<sup>2</sup>'dir. Bu kategoriye ilişkin meydana gelen geçişler incelendiğinde, en çok dönüşüm açık alanlar kategorisinde gerçekleşmektedir,

2001 yılından 2018 yılına geçişte **tarım alanları kategorisinden**, 209 km<sup>2</sup> yapay yüzeylere; 85,6 km<sup>2</sup> açık ve yeşil alanlara; 148,1 km<sup>2</sup> seyrek vejetasyon alanlarına; 32,4 km<sup>2</sup> orman alanlarına ve 11,6 km<sup>2</sup> su yüzeyleri ve vejetasyonuna geçiş yaşanmıştır. 2001-2018 yılları arasında bu kategorideki daimî alan 6804,35 km<sup>2</sup>, kaybedilen alan 486,86 km<sup>2</sup> ve kazanılan alan 26,1 km<sup>2</sup>'dir. Bu kategoriye ilişkin meydana gelen geçişlerde en önemli etmen, tarım alanları üzerinde kurulan barajlardır.

2001 yılından 2018 yılına geçişte **seyrek vejetasyon alanlarından**, 64 km<sup>2</sup> yapay yüzeylere, 5,13 km<sup>2</sup> açık ve yeşil alanlara; 0,3 km<sup>2</sup> tarım alanlarına ve 113,7 km<sup>2</sup> orman alanlarına ve 5,22 km<sup>2</sup> su yüzeyleri ve vejetasyonuna geçiş yapmıştır. 2001-2018 yılları arasında bu kategorideki alan 4298,36 km<sup>2</sup>, kaybedilen alan 192,49 km<sup>2</sup> ve kazanılan alan 213,41 km<sup>2</sup>'dir. Seyrek vejetasyon alanları kategorisinde en fazla geçiş orman alanlarına doğru ve kent merkezinin kuzeyinde gerçekleşmektedir. Seyrek vejetasyon alanlarındaki ikinci en büyük alansal geçiş yapay yüzeyler kategorisine olmuştur.

2001 yılından 2018 yılına geçişte **orman alanlarından**, 2,24 km<sup>2</sup> yapay yüzeylere; 5,13 km<sup>2</sup> açık ve yeşil alanlara; 17 km<sup>2</sup> tarım alanlarına; 65 km<sup>2</sup> seyrek vejetasyon alanlarına ve 5,77 km<sup>2</sup> su yüzeyleri ve vejetasyonuna geçiş olmuştur. 2001-2018 yılları arasında bu kategorideki daimî alan 874,98 km<sup>2</sup>, kaybedilen alan 96 km<sup>2</sup> ve kazanılan alan 146,17 km<sup>2</sup>'dir. Orman alanları kategorisine en fazla dönüşen kategori bir önceki dönemde olduğu gibi seyrek vejetasyon alanları kategorisidir.

2001 yılından 2018 yılına geçişte **su yüzeyleri ve vejetasyonu kategorisinden** 0,57 km<sup>2</sup> yapay yüzey kategorisine; 1,1 km<sup>2</sup> açık yeşil alanlara; 8,8 km<sup>2</sup> tarım alanlarına ve 0,11 km<sup>2</sup> seyrek vejetasyon alanlarına dönüşüm yaşanmıştır. 2001-2018 yılları arasında bu kategorideki daimî alan 116,91 km<sup>2</sup>, kaybedilen alan 9,89 km<sup>2</sup> ve kazanılan alan 22,65 km<sup>2</sup>'dir. Su yüzeyleri ve vejetasyonu kategorisinden en fazla geçiş bir önceki döneme benzer şekilde tarım alanlarına doğru gerçekleşmiştir. Bu durumun temel nedeni kent merkezinin güneyindeki sulak alanların 2001'den 2018'e kurutulmasıdır.

2001-2018 yılları arasındaki arazi geçişleri incelendiğinde, yapay yüzeyler kategorisi en az kaybeden en çok alan kazanan kategoridir. Bu kategoriye geçişlerinin büyük bir çoğunluğu tarım alanları ve daha sonra sırasıyla seyrek vejetasyon alanları ve açık yeşil alanlar kategorisinden olmuştur. Şekil 4.37'de verilen 2001-2018 dönemine ait arazi geçişleri incelendiğinde yapay yüzeyler kategorisine geçişin yoğun olarak kentsel alana komşu bölgelerden olduğu gözlemlenmiştir. Bu yıllar arasındaki arazi geçişinde yapay yüzeyler kategorisinden sonra en az alan kaybeden ve en fazla alan kazanan kategori su

yüzeyleri ve vejetasyonu kategorisidir. Bu durumun en önemli sebebi yapılan baraj ve sulama kanallarıdır.

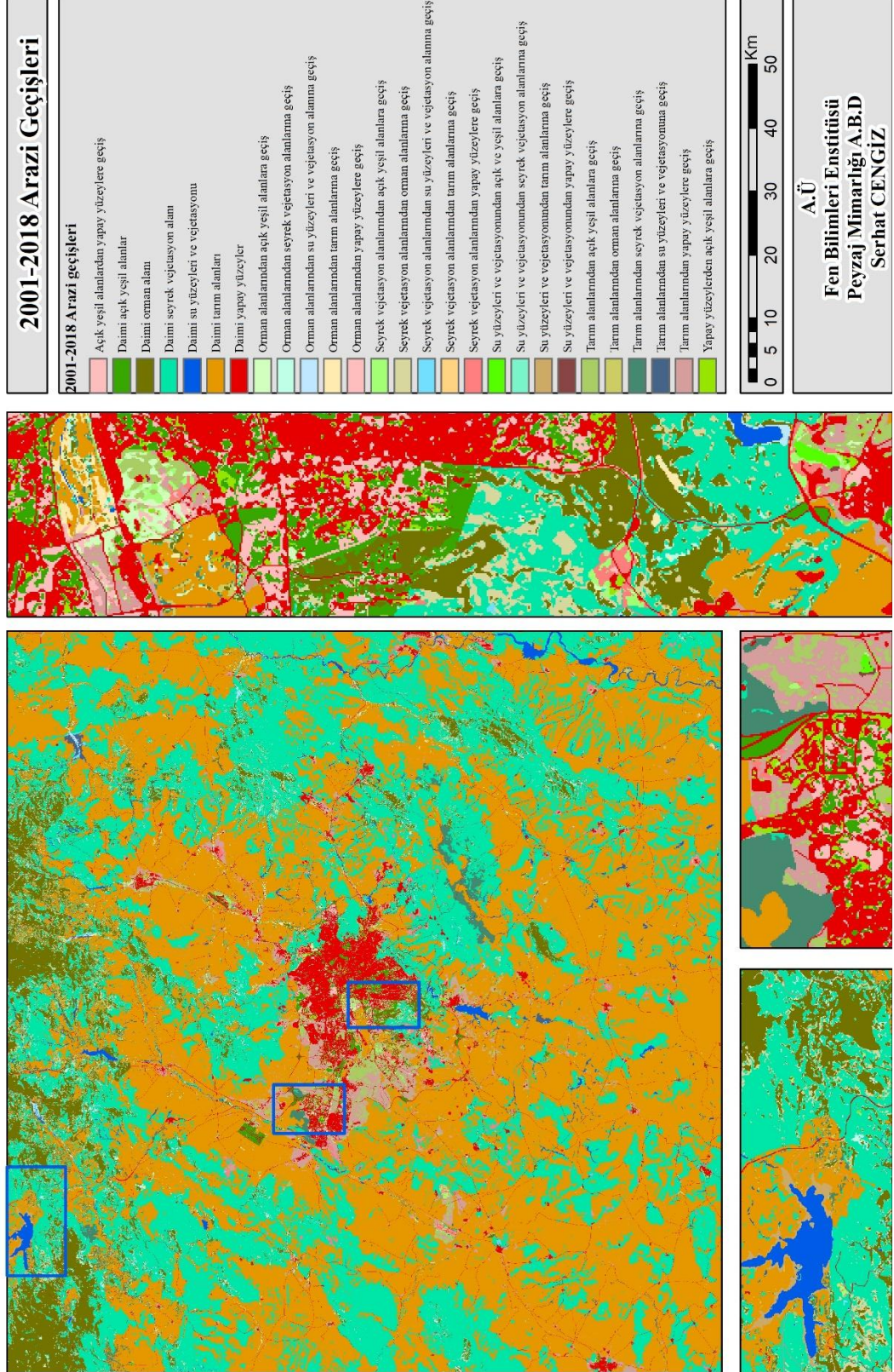
Geçiş matrisi incelendiğinde açık yeşil alan kategorisinin geçişleri bir önceki dönem ile paralellik göstererek şu şekilde gerçekleşmektedir; kentsel alana bütünleşik konumdaki tarım alanları açık yeşil alana ve açık yeşil alanlarda yapay yüzeylere dönüşmektedir. 2001-2018 dönemi arazi geçişleri içerisinde en fazla kayıp tarım alanlarında gerçekleşmiştir. Tarım alanları daimî alanı her iki dönemde azalan tek arazi kullanım kategorisidir.

**Arazi geçişlerinin mekânsal eğilimi;** bu alt başlıkta iki dönem için üretilen arazi geçiş matrisleri kullanılarak yapay yüzeyler kategorisine geçişin mekânsal eğilimi belirlenmiştir. Mekânsal eğilim belirleme işleminde tüm arazi kategorileri için oluşturulan yapay yüzeyler kategorisine geçiş olasılığı katsayıları kullanılarak 1.,3. ve 9. dereceden polinomal yüzeyler oluşturulmuştur.

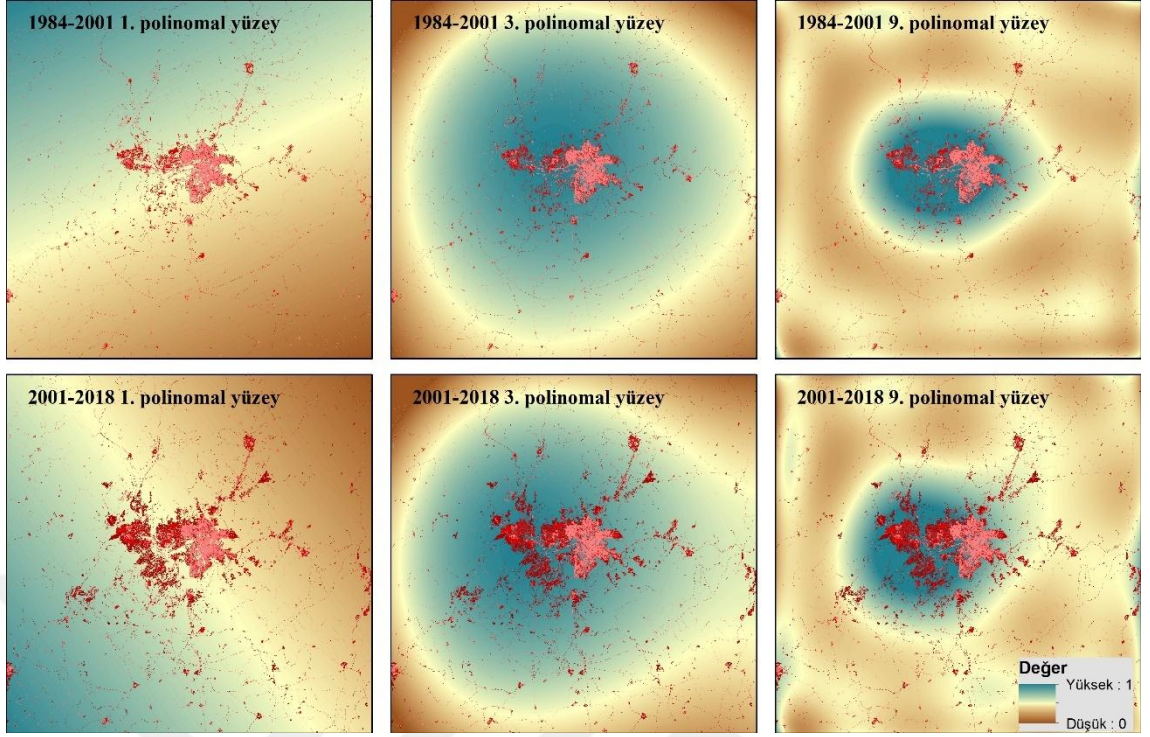
1984-2001 dönemine ilişkin geçişlerin mekânsal eğilimi 1. dereceden polinomal yüzey haritası bu dönem içerisinde lineer değişimin güneydoğu-kuzeybatı aksında olduğunu ve bu dönemde yapay yüzeylere dönüşme eğiliminin yoğunlukla kent merkezinin kuzeydoğu istikametinde gerçekleştiğini göstermektedir. Bu dönem için 3. ve 9. dereceden polinomal yüzeylerdeki yoğunluk kent merkezini işaret etmekte ve geçişlerin bu bölge merkezli geliştiğini ifade etmektedir (Şekil 4.38).

2001-2018 dönemine ilişkin arazi geçişlerinin mekânsal eğilimi incelendiğinde 1. dereceden polinomal yüzey haritasındaki eğilimin birinci dönemde gerçekleşen yönden farklı olarak kuzeydoğu-güneybatı aksında olduğunu göstermektedir. 17 sene içerisinde eğilim yönünün simetrik izdüşümüne dönüşmesi kentin 2001 yılından sonra sadece bu istikamette geliştiğini ifade etmektedir. Bu dönem için oluşturulan 3. ve 9. dereceden polinomal yüzeylerdeki yoğunluk bir önceki dönemde olduğu gibi kent merkezi etrafında yoğunlaşmaktadır. Ancak bu dönemde kent merkezindeki yoğunluğun şiddeti ve etki alanı artmıştır (Şekil 4.38).

# KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



Şekil 4.37 2001-2018 arazi geçişleri



Şekil 4.38 Arazi geçişlerinin mekânsal eğilimi

#### 4.5 Peyzaj Desen Değişiminin Ölçülmesi

Peyzaj deseninde yaşanan değişimin ekolojik ve fiziksel eğilimini belirlemek için peyzaj metrikleri ve kentsel yayılma metrikleri kullanılmıştır. Peyzaj metrikleri ile habitat sürdürülebilirliği değerlendirilirken, kentsel metriklerle kentsel yayılma tipleri tespit edilmiştir. Her iki metrik grubundan elde edilen sonuçlar demografik ve sosyoekonomik verilerle karşılaştırılarak analiz edilmiştir.

##### 4.5.1 Kentsel yayılma metrikleri

Kentsel yayılma metrikleri, konu ile ilgili yapılmış akademik çalışmalarda yapılan sözel tanımların matematiksel olarak formüle edilmesi ile oluşturulmuştur. Elde edilen formüller coğrafi bilgi sistemlerine entegre edilerek kentsel yayılma, kentsel uzantı, yoğunluk ve yakınlık-açıklık ölçümleri yapılmıştır (Çizelge 4.10).

Çizelge 4.10 Kentsel yayılma metrikleri

Kentsel metrikler	Tanım
<b>Yayılma metrikleri</b>	
<b>Ana kentsel çekirdek</b>	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %50'den fazla kentsel alana sahip en büyük bütünleşik leke
<b>İkincil kentsel çekirdek</b>	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %50'den fazla kentsel alana sahip ikincil bütünleşik lekeler
<b>Kentsel saçaklanma</b>	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %30'den fazla kentsel alana sahip lekeler
<b>Çizgisel gelişim</b>	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %30'den az ve yola 100 metreden yakın olan lekeler
<b>Dağınık gelişim</b>	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %30'den az kentsel alana sahip lekeler
<b>Kentsel uzantı metrikleri</b>	
<b>Geçirimsiz yüzeyler</b>	Arazi örtüsü üzerindeki tüm geçirimsiz yüzeyler
<b>Kentleşmiş alan</b>	Tüm geçirimsiz yüzeyler+kentsel açık alanların toplamı
<b>Kentsel açık alanlar</b>	1 km <sup>2</sup> 'lik alan içerisinde %50'den fazla kentsel alan komşu olan geçirimli yüzey
<b>Kentsel ayak izi</b>	Kentleşmiş alan+Perifer açık alan
<b>Perifer açık alan</b>	Kentsel alan çeperinin 100 metre dışındaki geçirimli yüzeyler
<b>Kentsel Yoğunluk metrikleri</b>	
<b>Geçirimsiz yüzeylerin yoğunluğu</b>	Toplam kent nüfusunun geçirimsiz yüzey alanına bölünmesi
<b>Kentsel açık alanların</b>	Toplam kent nüfusunun kentsel açık alanlara bölünmesi
<b>Kentsel ayak izinin yoğunluğu</b>	Toplam kent nüfusunun kentsel ayak izi alanına bölünmesi
<b>Yakınlık-Açıklık metrikleri</b>	
<b>Boşluk doldurmalı büyüme</b>	T <sub>1</sub> zamanı için kentsel açık olan T <sub>2</sub> zamanı için kentleşmiş alanlar boşluk doldurmalı büyümenin yaşandığı alanlardır.
<b>Uzantıda büyüme</b>	T <sub>1</sub> zamanında kent olmayan ve bu zamanda kentsel ayak izinin içerisindeki açık alanların T <sub>2</sub> zamanında kentsel alana dönüşmesi sonucunda gerçekleşen büyüme tipi
<b>Sıçramalı büyüme</b>	T <sub>1</sub> zamanında kent olmayan ve kentsel ayak izinde bulunmayan ancak T <sub>2</sub> zamanında kentsel olan alanları ifade etmektedir.
<b>Toplam büyüme</b>	İki zaman arasındaki toplam kentsel büyüme alanlarını ifade etmektedir.

**Yayılma metrikleri;** Kentsel yayılma tipinin belirlenmesinde beş metrik kullanılmıştır. Bu tipler; ana kentsel çekirdek, ikincil kentsel çekirdek, kentsel saçaklanma, çizgisel gelişme ve dağınık büyüme olarak isimlendirilmiştir. Bu metrikler araştırmanın kapsadığı yıllar arasında her dönem için (1984, 2001 ve 2018) ayrı ayrı ölçülerek kentsel yayılmanın durumunun zamansal değişimi belirlenmiştir.

**1984** yılında toplam kentsel alan içerisinde ana kentsel çekirdeğin oranı %55,2, ikincil kentsel çekirdeğinin oranı %4,3, kentsel saçağın %12,7, dağınık gelişmenin %25,1 ve çizgisel gelişen kentsel dokunun oranı %4,4'tür. **2001** yılında toplam kentsel alan içerisinde ana kentsel çekirdeğin oranı %45,7, ikincil kentsel çekirdeğinin oranı %12,67, kentsel saçağın %15,75; dağınık gelişmenin %18,9 ve çizgisel gelişen kentsel

dokunun oranı %6,8 ve **2018** yılında ise ana kentsel çekirdeğin oranı %33,8, ikincil kentsel çekirdeğinin oranı %29,4, kentsel saçağın %16,98, dağınık gelişmenin %13,62 ve çizgisel gelişen kentsel dokunun oranı %6,19'dur (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 Kentsel yayılma metrikleri ölçüm sonuçları

Kentsel yayılma tipleri	1984		2001		2018	
	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran (%)	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran (%)	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran (%)
Ana kentsel çekirdek	108,90	55,22	147,42	45,79	200,04	33,81
İkincil kentsel çekirdek	8,57	4,35	40,79	12,67	173,95	29,40
Kentsel saçak	25,13	12,74	50,72	15,75	100,48	16,98
Çizgisel gelişme	8,71	4,42	21,93	6,81	36,62	6,19
Dağınık gelişme	45,89	23,27	61,11	18,98	80,58	13,62
Kentsel alan toplamı	<b>197,21</b>	100,00	<b>321,98</b>	100,00	<b>591,67</b>	100,00

1984, 2001, 2018 yılları birlikte incelendiğinde Ankara'da ana kentsel çekirdeğin tüm kentsel dokuya oranı yıllar içerisinde azalırken ikincil kentsel çekirdeğin oranı giderek artmaktadır. Bu durum kentin yıllar içerisinde derişik yapısını kaybederek ikincil merkezlere yöneldiğini göstermektedir. Benzer şekilde, dağınık gelişme alanları (ki bu alanlar kırsal karakterli yerleşim birimleridir) oranında yıllar içerisinde yaşanan düşüş yeni gelişen kentsel alanların çoğunlukla ana kentsel çekirdek ve ikincil kentsel çekirdek gibi merkezlere bütünleşik bir şekilde gerçekleştiğini göstermektedir. Kentsel saçakta gelişim alanlarının her dönemde artış göstermesi (ki 2018 yılı için 100 km<sup>2</sup>'lik bir alana karşılık gelmektedir) Ankara'da kentsel yoksulluğun artığının en önemli göstergesidir (*Kuzey Amerika ve Batı Avrupa kentlerinde, kentsel çeperde kırsal-kentsel ara yüzü tanımlamak için Amerikan coğrafyacılar tarafından kullanılan **Kentsel saçak kavramı** kentsel planlama literatüründe Üçüncü Dünya ve Gelişmekte Olan Ülkeler için kentsel hizmetlere ulaşımın zor olduğu, barınma koşullarının kötü olduğu kentin bir parçası olarak kabul görmeyen ve komşu bölgeler ile arasında sosyal tabaka farkının yüksek olduğu alanları ifade etmek için kullanılmaktadır (Thomas 1974)*) (Şekil 4.39). Çizgisel kentsel doku gelişimi incelenen her dönemde benzer oranlara sahiptir. Çizgisel kentsel doku gelişimi detay ölçekte incelendiğinde bu gelişim alanı içerisinde en fazla endüstriyel alanların geliştiği tespit edilmiştir.





Şekil 4.39 Ankara İncesu kentsel saçak bölgesi (Ağustos-2018)

**Kentsel uzantı metrikleri;** Araştırmada üç tip kentsel uzantı tipi üzerinden analizler gerçekleştirilmiştir. Bu tipler; kentsel açık alanlar, kuşaklayan açık alanlar ve kentsel ayak izi olarak isimlendirilmiştir. Bu metrikler araştırmanın kapsadığı yıllar arasında her dönem için (1984, 2001 ve 2018) ayrı ayrı ölçülerek kentsel uzantının zamansal değişimi tespit edilmiştir.

**1984** yılında kentsel açık alanlar 54,2 km<sup>2</sup>, kuşaklayan açık alanlar 192,35 km<sup>2</sup> ve kentsel ayak izi 443,78 km<sup>2</sup> **2001** yılında kentsel açık alanlar 60,7 km<sup>2</sup>, kuşaklayan açık alanlar 317,6 km<sup>2</sup> ve kentsel ayak izi 700,4 km<sup>2</sup> ve **2018** yılında kentsel açık alanlar 52,8 km<sup>2</sup>, kuşaklayan açık alanlar 516,07 km<sup>2</sup> ve kentsel ayak izi 1160,62 km<sup>2</sup> olarak belirlenmiştir (Çizelge 4.12).

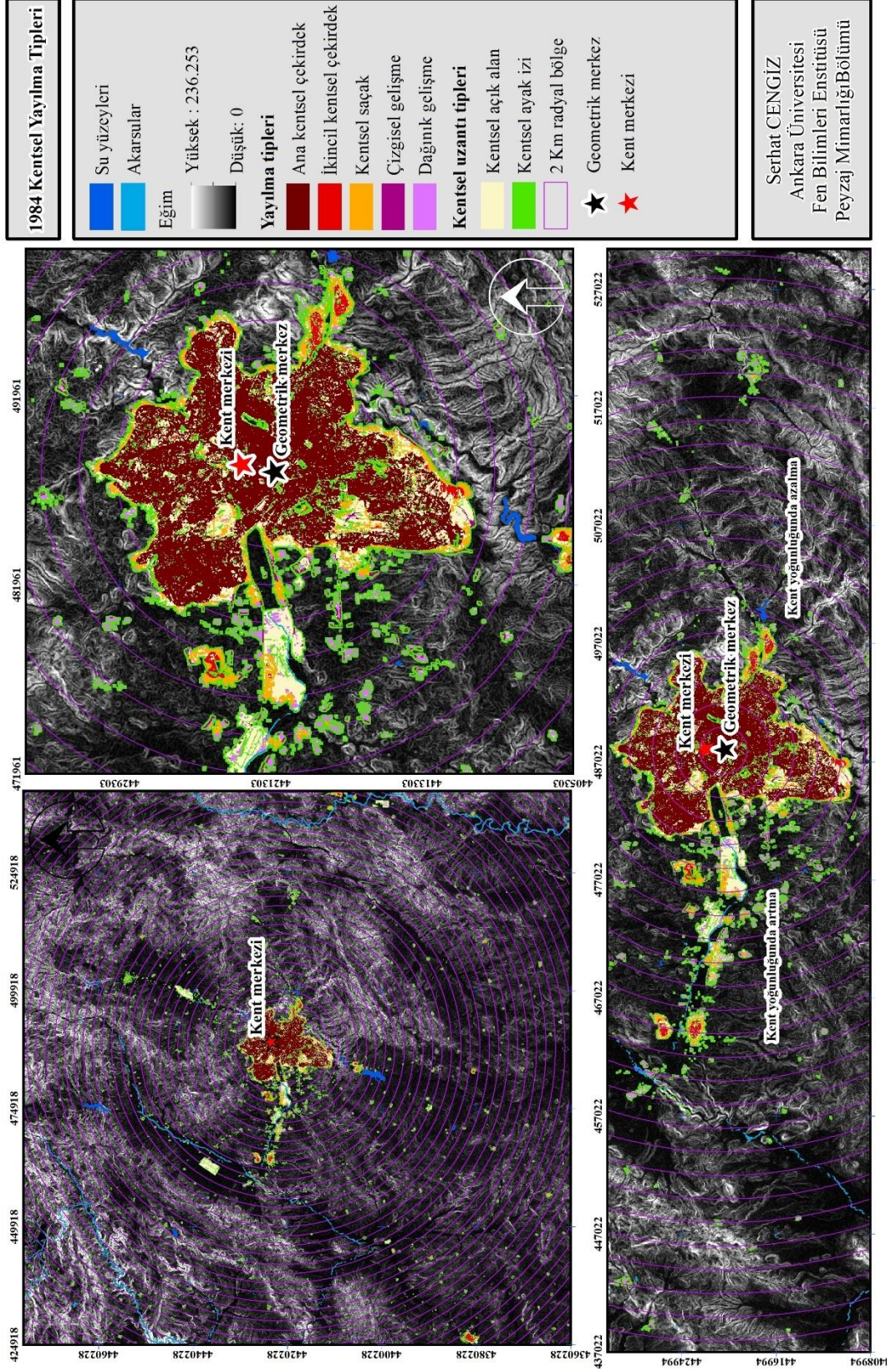
Çizelge 4.12 Kentsel uzantı metrikleri ölçüm sonuçları

Kentsel uzantı tipleri	1984		2001		2018	
	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran (%)	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran (%)	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran (%)
<b>Kentsel alan toplamı</b>	197,21	44,44	321,98	45,97	591,67	50,98
<b>Kentsel açık alan</b>	54,22	12,22	60,75	8,67	52,88	4,56
<b>Kuşaklayan açık alan</b>	192,35	43,34	317,68	45,36	516,07	44,46
<b>Kentsel ayak izi</b>	443,78	100,00	700,41	100,00	1160,62	100,00

1984, 2001, ve 2018 yıllarında Ankara’da kentsel açık alanlar (açık alanlar kategorisine kentsel yeşiller dahil edilmemiştir) 1984 yılından 2001 yılına geçerken 6,5 km<sup>2</sup>’lik bir artış yaşanmış ancak 2001 yılından 2018 yılına geçişte yaklaşık 8 km<sup>2</sup>’lik bir kayıp yaşanmış ve bu kategorinin 1984’den 2018’e geçişte kentsel ayak izi içindeki oranı %4’ler seviyesine gerilemiştir. Kuşaklayan açık alanlar ise yıllar itibari ile alansal olarak artış gösterse de kentsel ayak izi içindeki oranı %44’ler seviyesinde olmuştur (*Çizelge 4.9’da verilen kuşaklayan açık alan kavramı çalışma alanı özelinde tarım alanlarını ifade etmektedir*). Kentsel ayak izi kategorisi ise 1984’den 2001 %57,8 artış göstererek 443 km<sup>2</sup>’den 700 km<sup>2</sup>’ye ve 2001’den 2018’e %65,7 artış göstererek 700 km<sup>2</sup>’den 1160 km<sup>2</sup>’ye ulaşmıştır. Kentsel ayak izi kavramı basitçe kentin etkisi altındaki alanları ifade etmek için kullanılan bir kavramdır (kentsel ısı adası, yer altı su miktarı vb. gibi etkiler). Bu doğrultuda kavram Ankara’da 2018 yılında kentsel ayak izinin kentsel doku alanının neredeyse 2 katına ulaştığını ve kentin incelenen tüm peyzaj alanının (13485,74 km<sup>2</sup>) neredeyse %10’nu etkilediği sonucuna götürmektedir (Şekil 4.40, 4.41 ve 4.42).

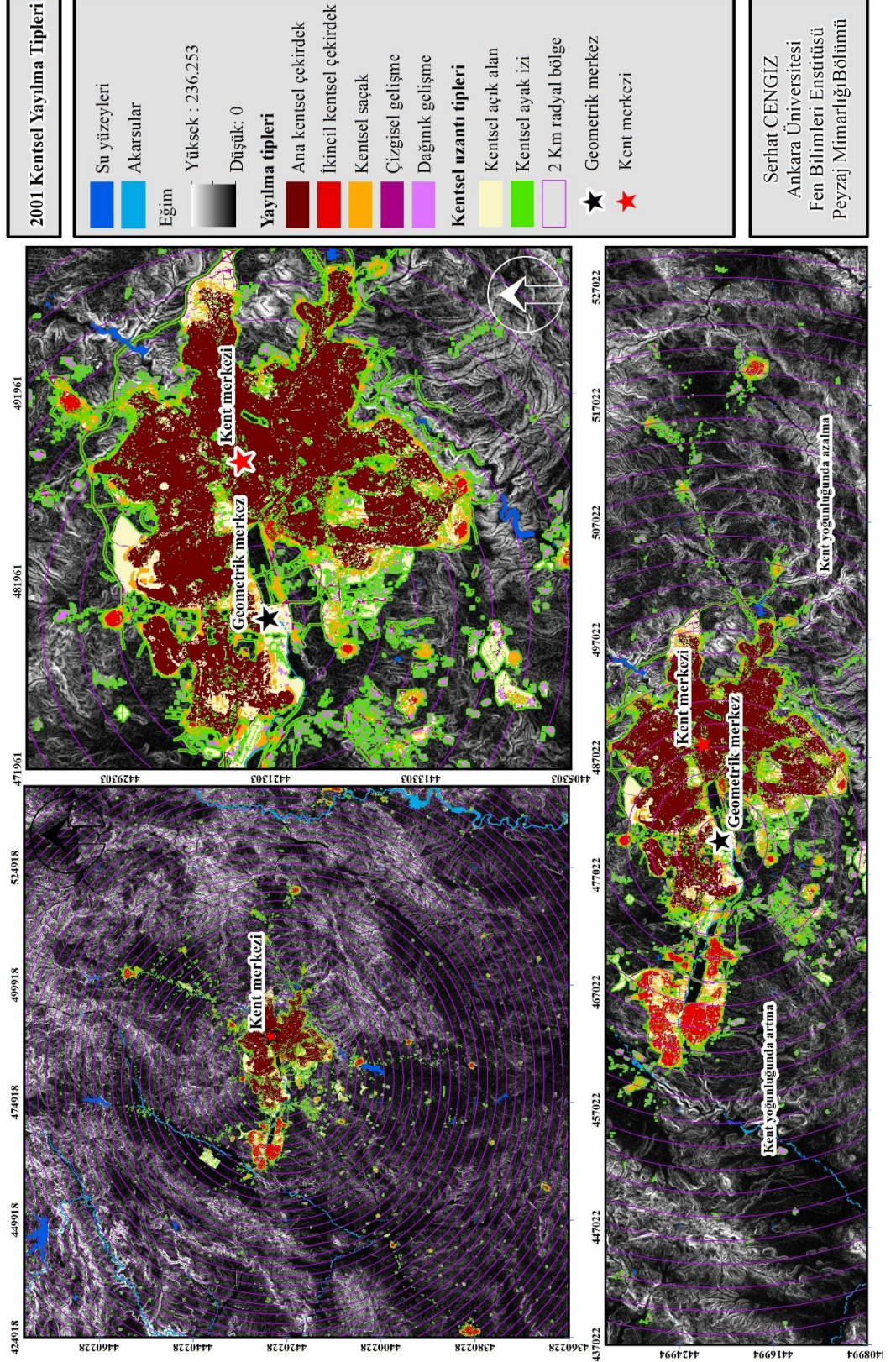
**Kentin geometrik merkez değişiminin ölçülmesi;** kentin gerçek merkezi (merkezi iş alanı-MİA) ile kentin geometrik merkezine ilişkin ölçümlerin sonuçlarına göre 1984 yılında kentin geometrik merkezi MİA bölgesinin 2,1 km kuzeyinde 2001 yılında MİA bölgesinin 8,1 km kuzeybatısında ve 2018 yılında MİA bölgesinin 8,6 km güneybatısındadır (kentin geometrik merkezi kavramı; kentsel alanlar toplamının ağırlık merkezini tanımlamaktadır). 1984 yılında kentin geometrik merkezi Ulus civarındayken 2001 yılında kentin geometrik merkezinin Güvercinlik Askeri Havalimanı’na kaydığı (ki bu merkez yapımı devam eden Ortadoğu Teknik Üniversitesi (ODTÜ) yolu ile aynı düzlemedir) 2018 yılında ise kentin geometrik merkezi ODTÜ ile Hacettepe Üniversitesi arasına kaymıştır. Kentin geometrik merkezinin değişimine ilişkin ölçümler kentin ulaşım ve üstyapı değişimi hakkında önemli bilgiler barındırmaktadır. 2001 yılında kentin geometrik merkezi olan bölge günümüzde kamuoyu tarafından ODTÜ yolu olarak bilinen Eskişehir Yolu’nu, Sabancı Bulvarı’na, Ankara Bulvarı’nı, İncek Bulvarı’na bağlayan yolun yapımına 2001 yılında işaret etmektedir.

## KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



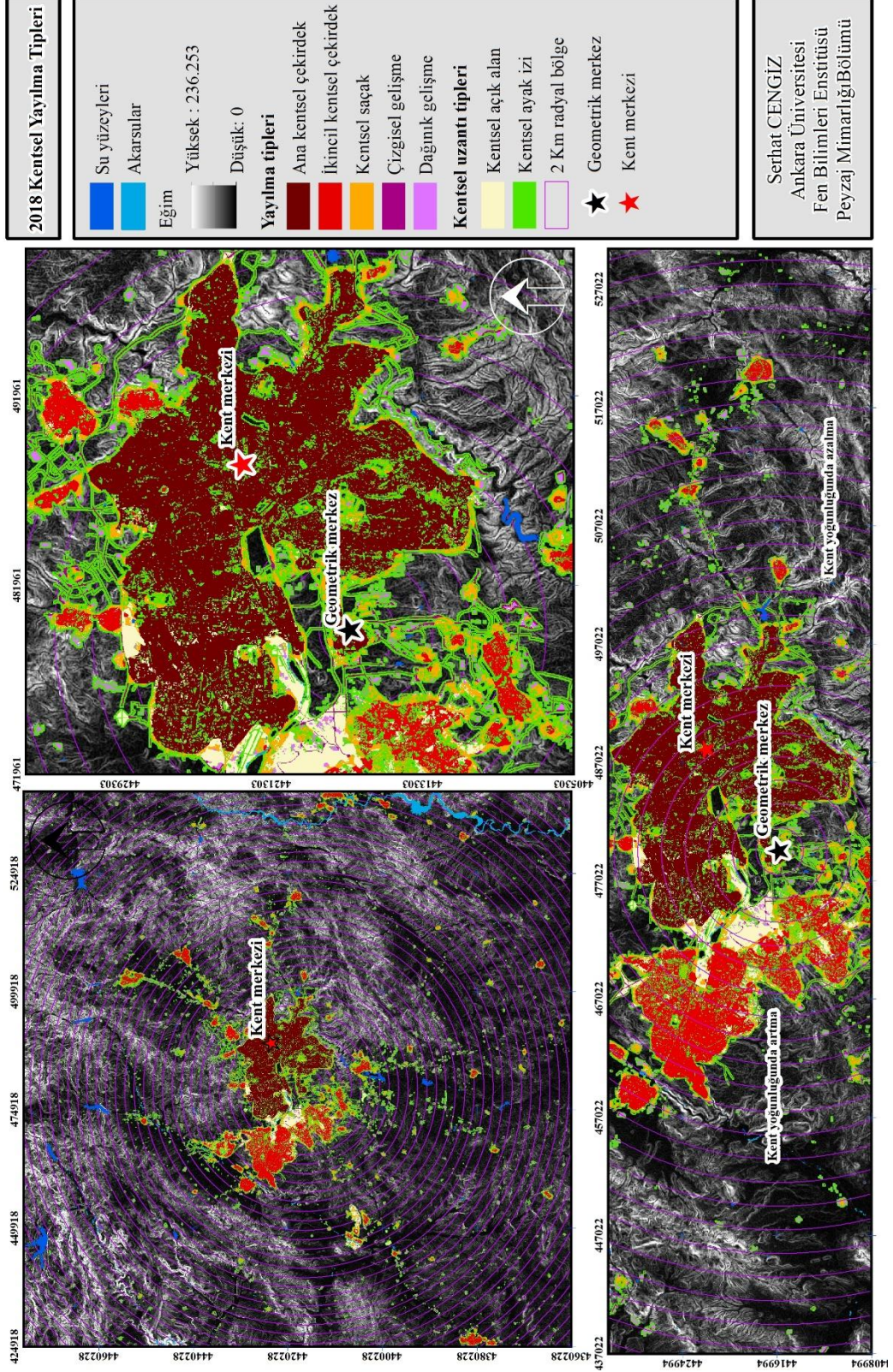
Şekil 4.40 1984 yılı kentsel yayılma tiplerinin ve kentsel uzantının ölçülmesi

## KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



Şekil 4.41 2001 yılı kentsel yayılma tiplerinin ve kentsel uzantının ölçülmesi

## KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



Şekil 4.42 2018 yılı kentsel yayılma tiplerinin ve kentsel uzantının ölçülmesi

**Kentsel yoğunluk metrikleri;** çalışma alanındaki nüfus ve kentsel uzantı tipleri birlikte incelenerek kentsel uzantının nüfus yoğunluğu hesaplanmıştır. Kentsel uzantının nüfus yoğunluğu ile ilişkisi şu şekildedir; kentsel alanın nüfus yoğunluğu azalırken, kentsel açık alanların nüfus yoğunluğu artma eğilimindedir. 2018 yılında kentsel açık alanlar kategorisinde km<sup>2</sup> başına düşen nüfus 102.081 kişi olarak hesaplanmıştır. Bu oran Ankara’da kişi başına düşen açık alanların giderek azaldığını göstermektedir. Kentsel ayak izinin nüfus yoğunluğu incelendiğinde 1984’den 2001’e geçişte yoğunluğun bir miktar arttığı ancak 2001 yılından 2018 yılına geçerken %16,4 azalarak km<sup>2</sup> başına 4.651 kişiye düştüğü hesaplanmıştır (Çizelge 4.13).

Çizelge 4.13 Kentsel uzantının nüfus yoğunluğu

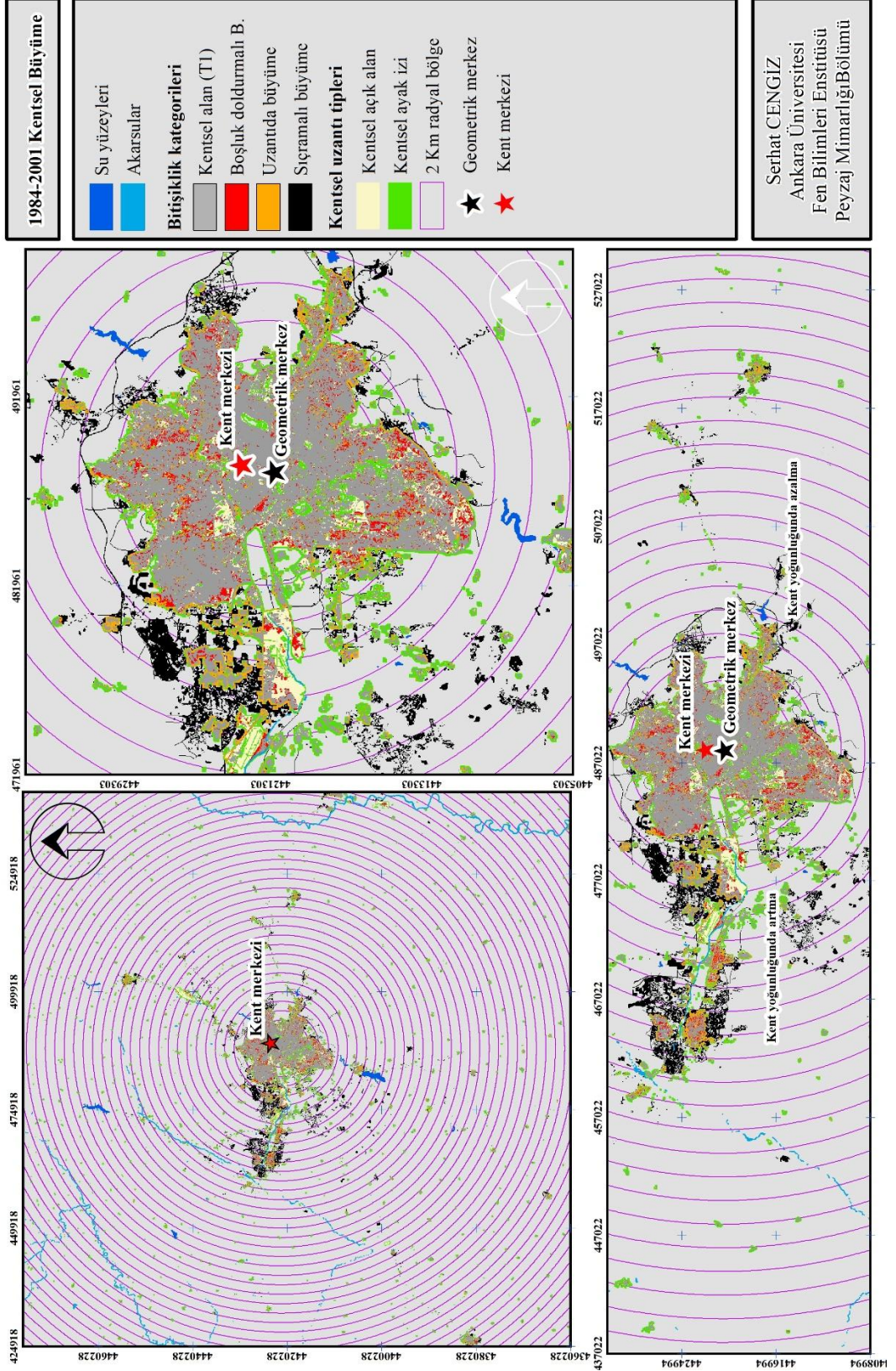
Yoğunluk metriği (Km <sup>2</sup> /Kişi)	1984	2001	2018	1984-2001 değişim (%)	2001-2018 değişim (%)
<b>Nüfus</b>	<b>2455911</b>	<b>3901888</b>	<b>5398053</b>	<b>58,8%</b>	<b>38,3%</b>
Kentsel alan yoğunluğu	12453	12118	9123	-2,69%	-24,7%
Kentsel açık alan yoğunluğu	45295	64228	102081	41,79%	58,9%
Kentsel ayak izinin yoğunluğu	5534	5570	4651	0,65%	-16,4%

**Yakınlık-açıklık metrikleri;** bu metrik grubu kentin nasıl büyüdüğüne ilişkin bilgileri dönemsel olarak ortaya koymaktadır. 1984-2001 yılları arasında toplam kentsel büyümenin % 14,68 boşluk doldurmalı, % 25,42 uzantıda büyüme, % 59,90 sıçramalı büyüme biçiminde olmuştur. 1984 ve 2001 yıllarındaki dağınık büyüme ve kentsel saçaklanma oranlarının yüksek olmasının nedeni sıçramalı büyümedir. 2001-2018 yılları arasında toplam kentsel büyüme içerisinde boşluk doldurmalı büyüme %10,43, uzantıda büyüme % 31,74, sıçramalı büyüme ise %57,83 oranlarında gerçekleşmiştir (Çizelge 4.14). Ankara 1984 ve 2018 yılları arasında kentin boşluk doldurmalı büyüme eğilimi giderek artmaktadır (Şekil 4.43 - 4.45).

Çizelge 4.14 Yakınlık-açıklık metrik ölçümleri

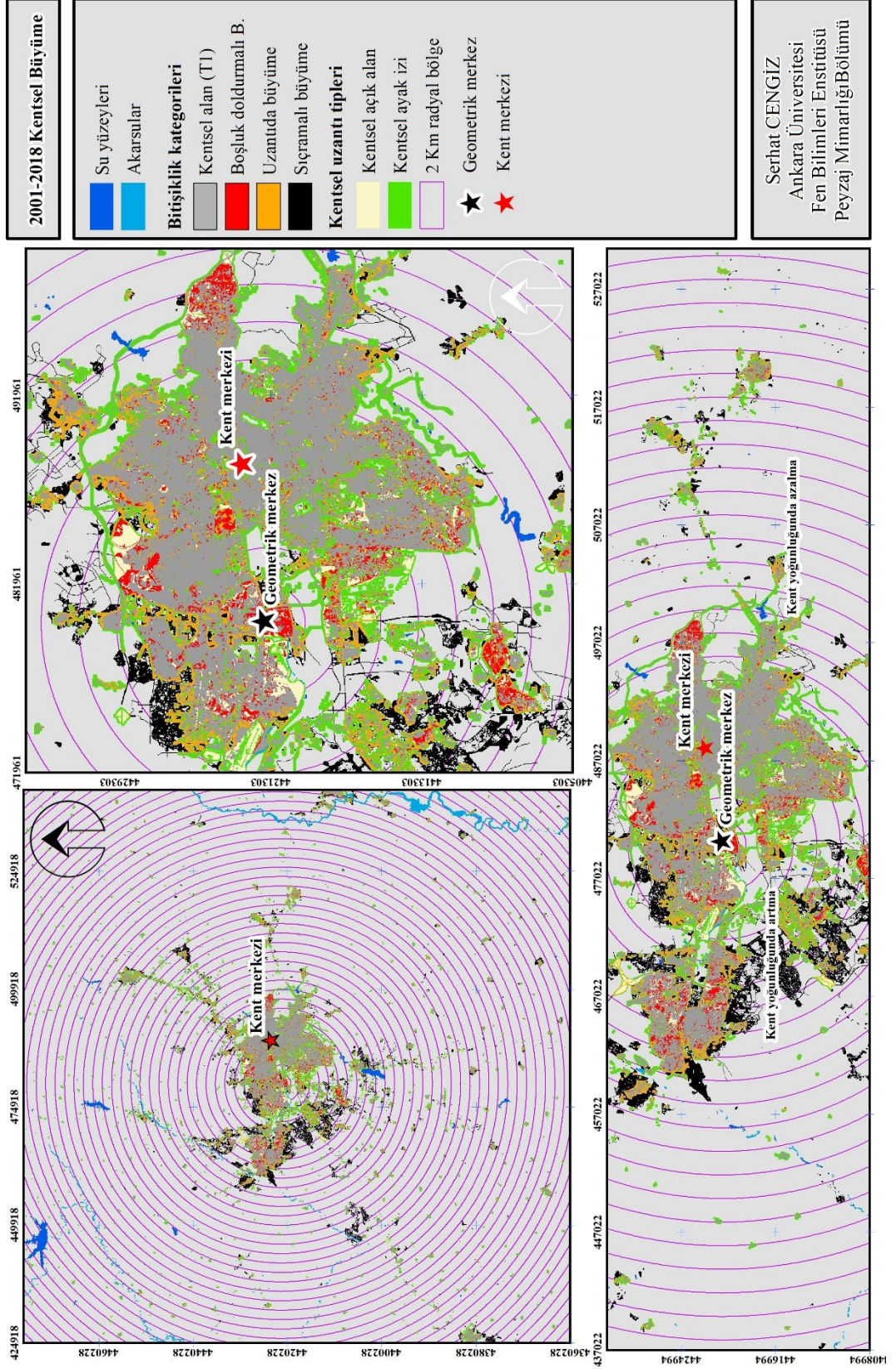
	1984-2001 Kentsel büyüme	1984-2001 (%)	2001-2018 Kentsel büyüme	2001-2018 (%)	1984-2018 Kentsel büyüme	1984-2018 (%)
Boşluk doldurmalı büyüme	23,03	14,68	32,72	10,43	30,94	7,26
Uzantıda büyüme	39,87	25,42	99,54	31,74	68,86	16,15
Sıçramalı büyüme	93,96	59,90	181,35	57,83	326,53	76,59
<b>Toplam büyüme</b>	<b>156,87</b>	<b>100,00</b>	<b>313,61</b>	<b>100,00</b>	<b>426,33</b>	<b>100,00</b>

# KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



Şekil 4.43 1984-2001 dönemi kentsel büyüme

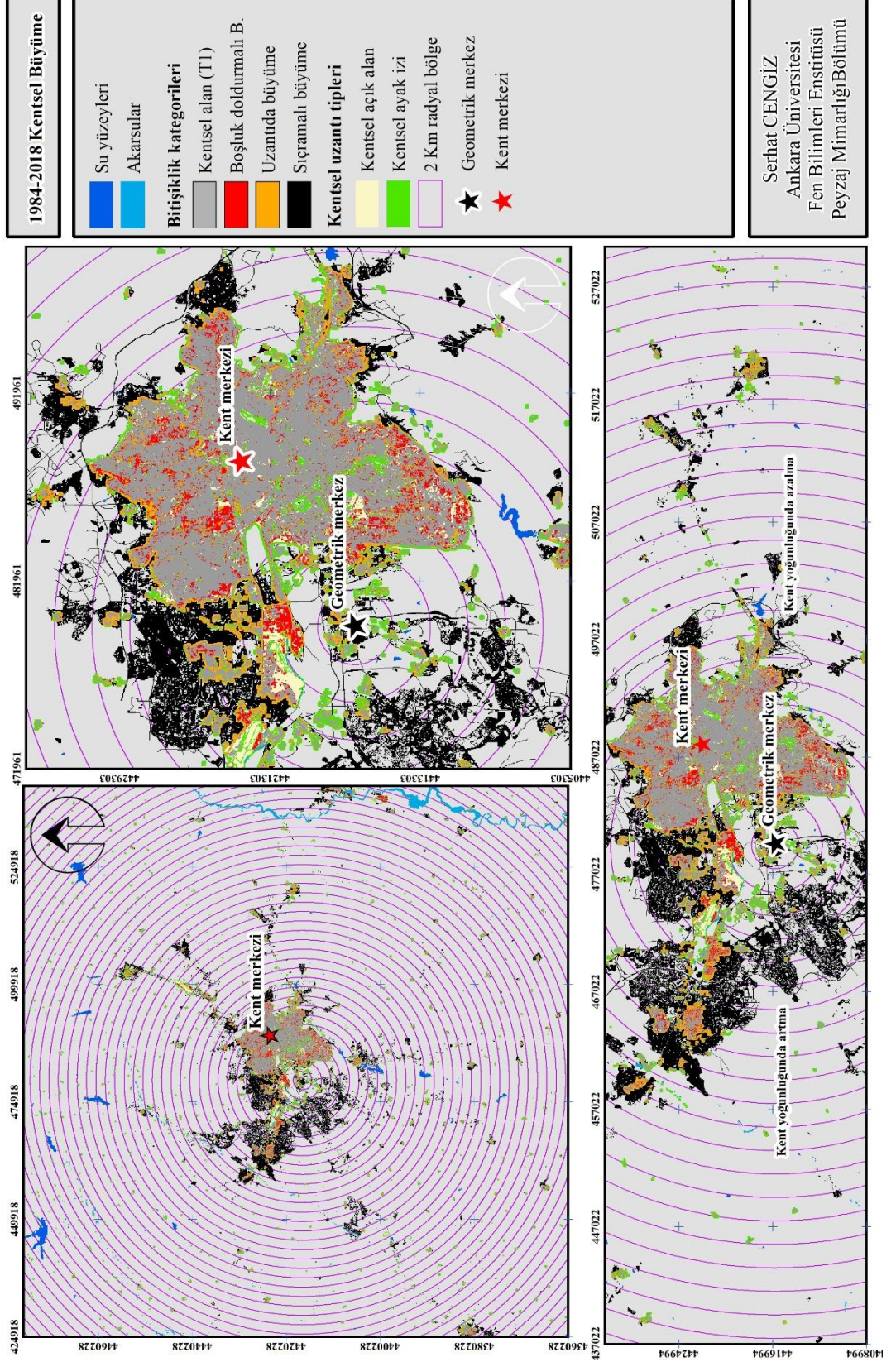
# KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



Şekil 4.44 2001-2018 dönemi kentsel büyüme



# KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



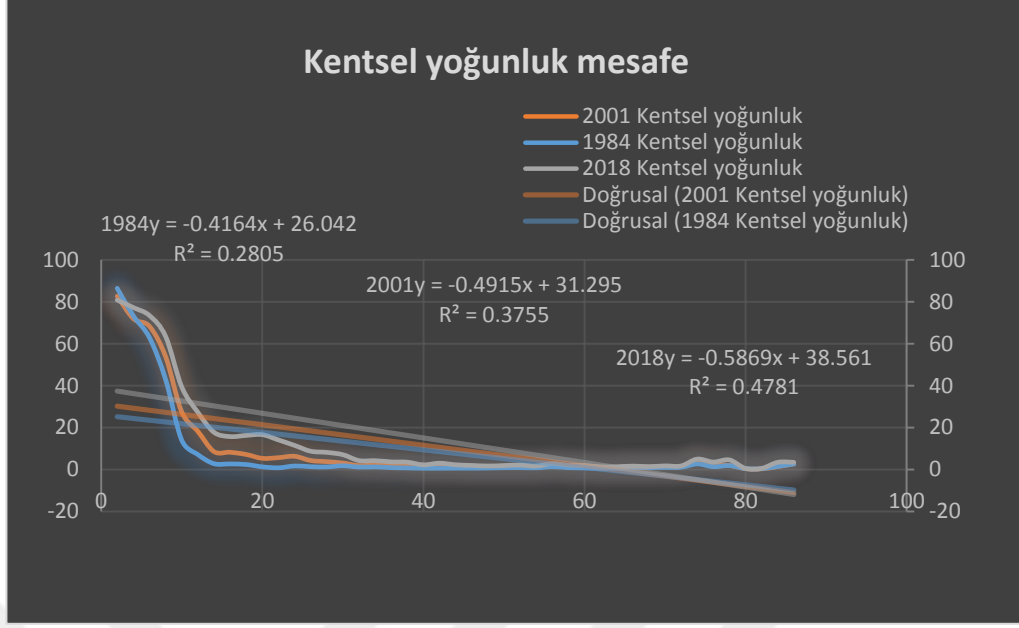
Şekil 4.45 1984-2018 dönemi kentsel büyüme

**Kentsel yoğunluk mesafe ilişkisinin ölçülmesi;** bu gruptaki metrikler kentin geometrik merkezine uzaklık ve arazi kullanım değişimi arasındaki ilişkiyi kent merkezinden kentsel çeper ve kırsal alanlara doğru desen değişiminin nasıl ne kadar ve ne yönde olduğunu göstermektedir. Her yıla ait geometrik merkez noktaları merkez alınarak 2 km aralıklar ile çalışma alanı eş çemberlere bölünmüş ve bu çember içerisindeki alansal dağılım zamansal olarak incelenerek kentsel- kırsal ilişkisine yönelik çözümler yapılmıştır.

**Kentsel yoğunluk ve kent merkezine uzaklığın zamansal değişimi** irdelendiğinde, 10. km’de kentsel yoğunluk 1984 yılında %13,9 seviyesinde iken; 2001 yılında %27,4 seviyesine ve 2018 yılında %39,3 seviyesine ulaşmıştır. 24. km’de kentsel yoğunluk 1984 yılında %1,7 iken (alansal karşılığı~4,8 km<sup>2</sup>) 2001 yılında %6,32 (alansal karşılığı~18,2 km<sup>2</sup>) ve 2018 yılında %11,5 olmuştur (alansal karşılığı~33,2 km<sup>2</sup>). Bu veri yıllar içerisinde kentsel alanın etki mesafesinin 10. km’den 24. km’ye kadar arttığını göstermektedir (Çizelge 4.15’de kentsel yoğunluk geometrik merkeze uzaklık arasındaki ilişki ilk 30 km için verilmiştir) (Şekil 4.46).

Çizelge 4.15 Kentsel yoğunluk mesafe ilişkisi

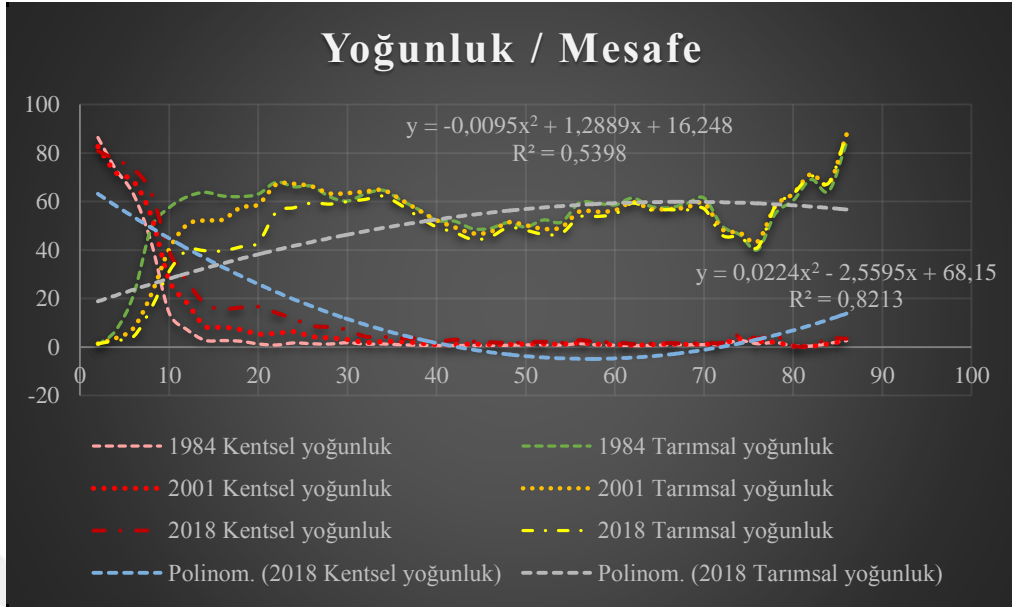
GMU (Km)	Halka alanları (Km <sup>2</sup> )	1984 Kentsel yoğunluk	2001 Kentsel yoğunluk	2018 Kentsel yoğunluk
2	12.565537	86.38845458	82.67541883	80.83094853
4	37.698275	73.24881571	71.94531558	77.2416552
6	62.831018	62.86752665	68.25286959	73.43661951
8	87.963756	42.8655085	53.81498396	63.44727057
10	113.096497	13.98591935	27.45229822	39.37391772
12	138.229239	7.146571721	18.20831728	27.28737416
14	163.361986	2.805478197	8.571510523	17.78451007
16	188.494716	2.678737967	8.251661065	15.72875767
18	213.627465	2.412265963	7.188357974	16.281857
20	238.760205	1.290558288	5.349273874	16.63665291
22	263.892937	0.848281952	5.672743166	14.12913813
24	289.025699	1.708754254	6.327298419	11.53415904
26	314.15842	1.360113781	4.326028592	8.747813558
28	339.291174	1.247115053	3.76085905	8.187273836
30	364.423905	1.786497842	3.11734345	7.095059608



Şekil 4.46 Kentsel yoğunluk mesafe ilişki grafiği

Kentsel yoğunluk mesafe ilişki grafiğinin büküm noktaları incelendiğinde yıllar içerisinde kentsel yoğun bölgelerin merkezden giderek daha uzaklaştığı ve merkeze 40 km ve daha uzaktaki bölgelerde kentsel yoğunluğun hemen hiç değişmediği görülmektedir. Başka bir ifadeyle yıllar içerisinde merkeze yakın bölgelerde kentsel yoğunluk artarken 40.km'den sonra kentsel yoğunluk değişmemektedir.

**Tarımsal yoğunluk ve kent merkezine uzaklığın zamansal değişimi** incelendiğinde, 10. km'de tarımsal yoğunluk 1984 yılında %49,2, seviyesinde; 2001 yılında %21,9 seviyesine ve 2018 yılında %16,2 seviyesine gerilemiştir. 20. km'de tarımsal yoğunluk 1984 yılında %62 iken (alansal karşılığı~148 km<sup>2</sup>) 2001 yılında %57,5 (alansal karşılığı~137,2 km<sup>2</sup>) ve 2018 yılında %41,3 (alansal karşılığı~98,6 km<sup>2</sup>) seviyesine gerilemiştir. Tarım alanları ve geometrik merkeze uzaklık (GMU) verileri incelendiğinde tarım alanları ile yapay yüzeyler arasında bir ters orantı olduğu gözlemlenmektedir. Çizelge 4.15'te de görüldüğü gibi tarım alanlarındaki değişim 40. km'den sonra yıllar içerisinde düşük oranlarda değişmektedir. Tarımsal alan yoğunluğu ve kentsel yoğunluk verileri birlikte değerlendirildiğinde yıllar içerisinde tarımsal alan yoğun bölgelerin merkezden giderek uzaklaştığı ve bu bölgelerin kentsel alanlara dönüştüğü görülmektedir (Şekil 4.47).



Şekil 4.47 Kentsel yoğunluk ve tarımsal yoğunluk mesafe ilişkisi grafiği

Kentsel yoğunluk-mesafe ve Tarımsal yoğunluk- mesafe ilişkisi grafiği, üzerindeki her iki arazi kullanım kategorisi de birbirleri ile ters orantılı şekilde hareket etmektedir. 2018 yılı için tarımsal yoğunluğa ilişkin eğilim çizgisinin hareketi ile aynı yıla ait kentsel yoğunluk eğilim çizgisinin hareketleri birbirlerine simetrik şekilde gerçekleşmektedir.

**Diğer arazi kullanım kategorileri yoğunluğu ve kent merkezine uzaklığın zamansal değişimi** incelendiğinde, her üç dönemde de orman alanları yoğunluğu ile kent merkezine uzaklık arasındaki ilişki birbirine benzer sonuçlar vermiştir. Bu sonuçlara göre orman alan yoğunluğunun %20'nin üzerinde olduğu uzaklık mesafesi kent merkezine 80 km'dir. Bu veriyi daha önceki orman alanlarının alansal artış verisi ile birlikte değerlendirdiğimizde, Ankara'da yıllar içerisinde orman alan varlığı artmasına karşın bu alanların kent merkezine uzaklığı her üç dönemde de 80 km'dir. Benzer durum seyrek vejetasyon alanları ve su yüzeyleri ve vejetasyonu kategorileri içinde geçerlidir (Şekil 4.48).

Çizelge 4.16 Arazi kullanım kategorileri yoğunluğu mesafe ilişkisi

		Yoğunluk %					Yoğunluk %		
GMU (Km)		1984	2001	2018	GMU (Km)		1984	2001	2018
1.Yapay yüzeyler	10	13,99	27,45	39,37	3.Tarım alanları	10	49,28	21,92	16,20
	20	1,29	5,35	16,64		20	62,06	57,55	41,30
	30	1,79	3,12	7,10		30	61,96	63,31	58,95
	40	0,63	0,96	2,26		40	56,67	56,38	53,64
	50	0,88	1,29	1,92		50	51,33	51,45	49,30
	60	0,78	1,08	1,98		60	59,27	55,79	53,87
	70	1,00	1,18	1,76		70	59,07	57,51	56,50
	80	0,52	0,41	0,53		80	55,02	58,12	58,16
GMU (Km)		1984	2001	2018	GMU (Km)		1984	2001	2018
2.Açık ve yeşil alanlar	10	6,98	16,26	10,83	4.Seyrek vejetasyon alanları	10	24,89	27,32	24,99
	20	0,22	0,82	7,09		20	33,05	31,58	31,85
	30	1,53	1,42	2,43		30	30,92	26,63	26,19
	40	0,04	0,01	0,63		40	39,42	36,52	36,42
	50	0,08	0,04	0,25		50	43,15	37,47	37,33
	60	0,05	0,02	0,46		60	36,49	35,59	35,66
	70	0,03	0,02	0,18		70	34,40	31,06	31,01
	80	0	0	0		80	22,09	18,48	18,32
GMU (Km)		1984	2001	2018	GMU (Km)		1984	2001	2018
5.Orman alanları	10	4,02	6,52	8,39	6.Su yüzeyleri ve vejetasyonu	10	0,85	0,52	0,22
	20	1,00	2,80	1,29		20	2,38	1,90	1,83
	30	2,76	4,92	4,71		30	1,04	0,60	0,63
	40	2,18	5,43	6,33		40	1,06	0,70	0,72
	50	3,54	8,81	10,10		50	1,02	0,94	1,11
	60	2,63	6,11	6,53		60	0,78	1,40	1,51
	70	4,81	8,55	9,41		70	0,69	1,69	1,14
	80	22,15	22,88	22,88		80	0,23	0,12	0,11



#### 4.5.2 Peyzaj metrikleri

Bir peyzaj deseni, uzamsal elemanlardan (lekeler, koridorlar ve matrisler) oluşur ve peyzaj metrikleri bu elemanların ya da bunların mekânsal örüntüsünün önemini ölçmeye, tanımlamaya ve anlamaya yardımcı olmaktadır (Botequila Leitão vd. 2006). Peyzaj metrikleri, lekeleri (leke), lekeler sınıfını (sınıf) ya da tüm leke mozaığının (peyzajı) uzamsal yapısını ölçmekte ve tanımlamaktadır. Metrikler, bir arazi düzeninin kompozisyonu veya konfigürasyonu (örn.; mevcut arazi örtüsü tipi, oranı veya peyzaj öğelerinin boyutu veya şekli) hakkında bilgi edinilmesini sağlamaktadır. Peyzajı ölçülmesini sağlayan metriklerin en önemli yararı alternatif peyzaj konfigürasyonlarının karşılaştırılması, aynı peyzajın farklı zamanlarda değerlendirilmesi ya da aynı senaryoyu alternatif senaryolar ile karşılaştırılmasına olanak tanınmalarıdır (Gustafson 1998, Botequila Leitão vd. 2006).

Peyzaj metrikleri peyzaj deseninin iki özelliğini ölçmektedir: kompozisyon ve konfigürasyon. Peyzaj kompozisyonu, mekânsal karakterleri veya düzenlemeleri dikkate almadan leke tiplerinin çeşitliliği ve bolluğu ile ilgilenmektedir. Kompozisyon metrikleri, leke tiplerinin sayısını (leke zenginliği), her bir leke tipinin orantılı bolluğunu (sınıf alanı oranını) ve yama tiplerinin çeşitliliğini (Shannon ve Simpson'ın çeşitlilik indeksleri) ölçmektedir (Gustafson 1998). Peyzaj konfigürasyonu ise peyzaj öğelerinin mekânsal karakterini, düzenini, konumunu veya yönünü ölçmektedir. Konfigürasyon metrikleri leke şekli ve kompaktlığı, aynı sınıftaki lekeler arasındaki mesafeyi (en yakın komşu mesafesi), lekeler ve leke tipleri kümelenmesi arasındaki mesafeyi ve leke kenarlarındaki zıtlık derecesini ölçmektedir. Peyzaj kompozisyonu ve konfigürasyonu ekolojik süreçleri hem bağımsız hem de etkileşimli olarak etkilemektedir. Bu nedenle, belirli bir metrik ile hangi peyzaj deseninin bileşeninin ölçüldüğünü anlamak önemlidir (McGarigal vd. 2002).

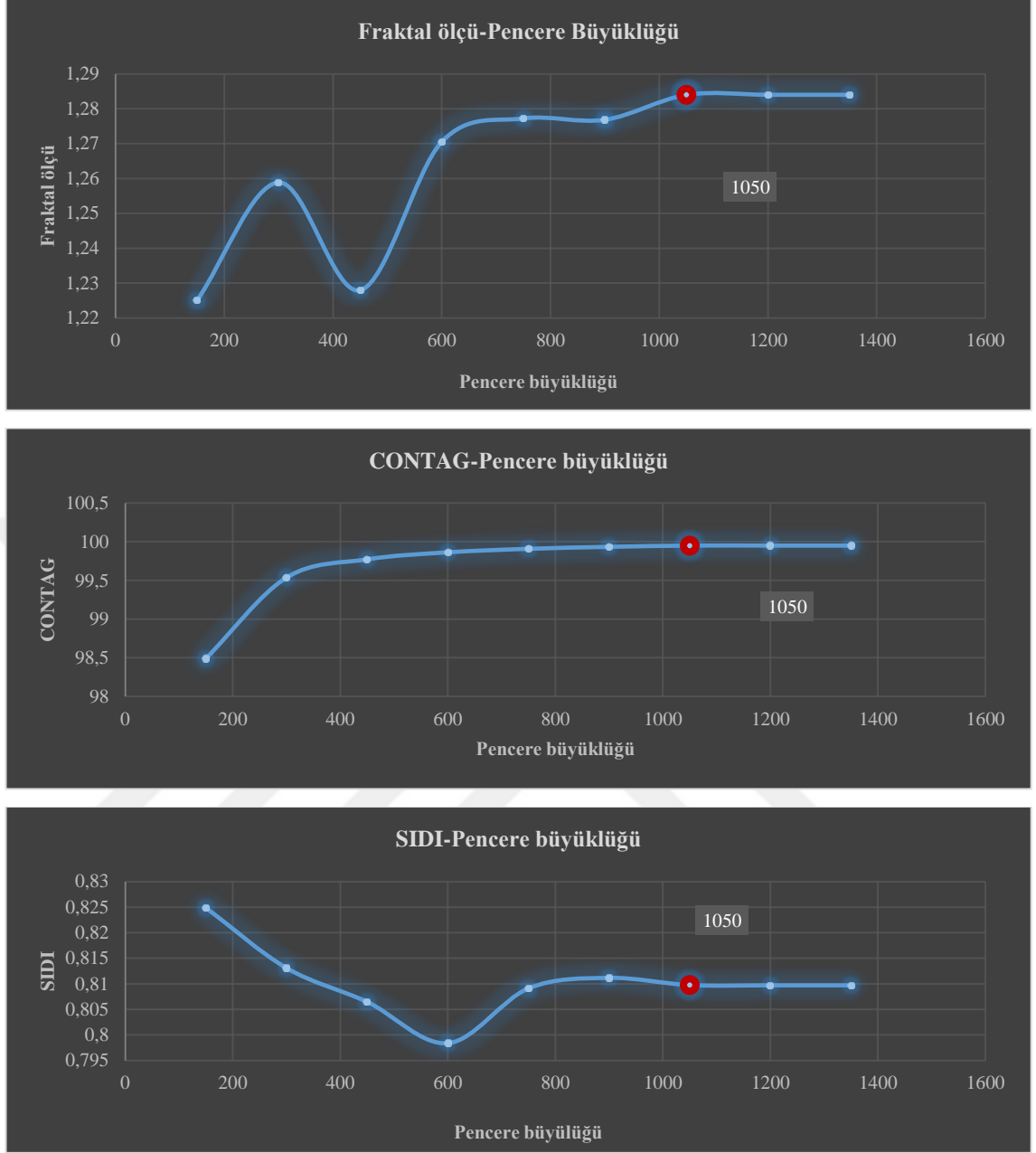
Araştırmada toplam 34 peyzaj metriği ile desen süreç etkileşimi yorumlanmıştır. Tablo da belirtilen metriklerin seçim nedeni desen ve süreç etkileşimini analiz (Analysis), teşhis (Diagnosis) ve onarım stratejileri (Prognosis) oluşturmada etkili (Botequila Leitão vd. 2006) olmalarıdır. Analiz süreci için kavramsal kategorisi **alan, yoğunluk, kenar** olan metrikler önemli veriler sağlamaktadır. Tanı (diagnosis) süreci için kavramsal

kategorisi “*alan, yoğunluk, kenar*” ve “*şekil*” olan metrikler daha iyi yanıt vereceği için kullanılmıştır. Tedavi (Prognosis) süreci için kavramsal kategorisi “*alan, yoğunluk, kenar*”, “*şekil*” metrik grubunun yanı sıra özellikle *merkez alan, kümelenme* ve *çeşitlilik* metrikleri değerlendirilmiştir.

Araştırmada Alan kenar metrikleri, şekil metrikleri, merkezi alan metrikleri, kümelenme metrikleri ve çeşitlilik metrikleri olmak üzere beş grup altında ölçümler yapılmıştır. Bu beş grup metrik 1984,2001 ve 2018 yıllarına ait düzey 1 kategorisine göre oluşturularak 5\*5 çoğunluk filtresi (Majority Filter) ile yeniden düzenlenmiş arazi kullanım haritaları üzerinden ölçülmüştür. Peyzaj düzeyinde yapılan metrik ölçümleri hareketli pencere (moving window) özelliği kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Hareketli pencere özelliği arazi kullanımı türleri arasındaki geçiş etkilerini en az indirerek genel peyzaj düzeyinin daha iyi kavranmasını sağlayan ve pencere büyüklüğü kullanıcının ölçmek istediği detaya göre ayarlanabilen bir örneklem büyüklüğü aracıdır. Hareketli pencere özelliği kullanılırken kullanıcının karşılaştığı en büyük zorluk genel peyzaj düzeyini en iyi ifade/temsil edecek hareketli pencere büyüklüğünün bulunmasıdır. Bu çalışmada hareketli pencere büyüklüğü, peyzaj düzeyinde farklı pencere büyüklüklerinde fraktal, SIDI ve CONTAG değerlerinin ölçümleri sonucunda belirlenmiş ve çalışma için uygun hareketli pencere büyüklüğü 1050 m olarak hesaplanmıştır (Liu vd. 2018) (Şekil 4.49).

**Alan ve kenar metrikleri:** Peyzaj deseninde lekeler arasındaki parçalılığın ve değişimin ölçülmesini sağlayan kenar metrikleri lekeler arasındaki enerji-madde akışı ve miktarının alana oranını göstermektedir (Forman ve Godron 1986). Alan metrikleri ile peyzaj kompozisyonu ölçülmektedir. Bu metrikler peyzajın genel yapısı, ekosistem süreçleri hakkında fikir edinmek için önemlidirler (Görmüş vd. 2016). Ankara il genelinde alan ve kenar metriklerinden Toplam Alan (*Total Area- TA*), Toplam Sınıf Alanı (*Total Class Area-CA*), En Büyük Yama Endeksi (*Largest Patch Index-LPI*) Peyzaj Yüzdesi (*Percentage of Landscape -PLAND*), Toplam Kenar (*Total Edge-TE*), Kenar Yoğunluğu (*Edge Density-ED*), Ortalama Yama Alan Dağılımı (*Mean Patch Area Distribution-AREA-MN*) ve Ortalama Gyration Dağıtım Radius (*Mean Radius of Gyration Distribution-GYRATE-MN*) hesaplanmıştır (Çizelge 4.16).





Şekil 4.49 Metrik ölçümleri ve hareketli pencere arasındaki ilişki grafiği

Fraktal ölçü, CONTAG ve SIDI ölçüm sonuçları ile hareketli pencere büyüklüğü arasındaki ilişkiyi gösteren grafik üzerindeki her büküm noktası hareketli pencere büyüklüğünü ve bu büyüklüğe karşılık gelen metrik değerlerini göstermektedir. Hareketli pencere büyüklüğü 150 metreden başlayarak 150 metre artış ile 1350 metreye kadar büyütülerek metrik ölçümleri yapılmıştır. Metrik ölçüm değerlerinin pencere büyüklüğüne göre değişmediği aralığın (1050 m) başlangıç noktası hareketli pencere büyüklüğü olarak belirlenmiştir.

Çizelge 4.17 Alan, yoğunluk, kenar metrikleri tanımlaması

Kavramsal kategori	Kısaltma /Metrik adı	Birim	Değer aralığı	Açıklama
Alan, yoğunluk, kenar	TA/Total Area (Toplam alan)	Hektar	$TA > 0$	Peyzajın boyutunu (extent) tanımlar.
	CA/Total Class Area Toplam Sınıf Alanı	Hektar	$CA > 0$	Toplam alanı ölçer. Peyzajda leke tipi az ise CA 0'a yaklaşır. Peyzajın tamamı tek bir leke türünden oluştuğunda $CA = TA$
	LPI/ Largest Patch Index En Büyük Leke Indisi	Yüzde	$0 < LPI \leq 100$	En büyük lekenin alanını ölçer. ilgili leke tipinin en büyük lekesi küçüldüğünde, LPI 0'a yaklaşır. $LPI = 100$ ise peyzajı temsil eden leke tipinin tek bir lekeden oluştuğu anlaşılır.
	PLAND/Percentage of Landscape Peyzaj Yüzdesi	Yüzde	$0 < PLAND \leq 100$	Her bir leke tipinin peyzajın bolluğunun yüzdesini ölçer. Değer = 0 ise peyzajda benzer leke tiplerinin azaldığı ve farklı leke tipleri olduğu anlamına gelir. Değer 100 ise peyzaj tek bir leke tipinden oluşmaktadır.
	TE/Total Edge Toplam Kenar	Metre	$TE \geq 0$	Toplam kenar ölçer. Değer sıfır ise sınıfların peyzajda kenarı olmadığı anlaşılır.
	ED/Edge Density Kenar Yoğunluğu	Hektar başına metre	$ED \geq 0$	Hektar başına tüm kenar segmentlerinin toplam uzunluğunu ölçer. Değer sıfır ise hiçbir sınıfın kenar özelliği göstermediği anlaşılır.
	AREA_MN/Mean Patch Area Distribution Ortalama Leke Alan Dağılımı	Hektar	$AREA > 0$	Leke yüzeyinin yaklaşık ortalamasını verir.
	GYRATE/Mean Radius of Gyration Distribution Ortalama Gyration Dağılım Çapı	Metre	$GYRATE \geq 0$	Sınıfın mekânsal konfigürasyonunu ve miktarını ölçer (leke boyutunun ölçümü ile).  GYRATE = 0, leke tek bir hücreden oluşmuştur ve değer lekenin boyutunun genişlemesi ile artar. GYRATE, leke tüm peyzajı içerdiğinde maksimum değerini elde eder.

Leke alanı ekolojik açıdan önemlidir ancak lekenin kapsamı daha önemlidir. Çünkü bağlantılılık peyzaj yapısında hayati öneme sahiptir (Taylor vd. 1993). Leke türlerinin (veya habitatın) sürekliliği veya “yapısal bağlantılılığı” ile “işlevsel bağlantılılığı” arasında fark vardır.

Süreklilik, peyzajdaki bir leke türünün (veya bir habitatın) fiziksel sürekliliğini ifade eder. Bitişik habitatlar fiziksel olarak bağlanmıştır, habitat parçalanmasının bir sonucunda habitat alt bölümlere ayrıldığında, fiziksel bağlantısı kesilmektedir. Süreklilik, bir yaşam alanının genişlik oranı olarak değerlendirilebilir. Süreklilik kavramı bir habitat adasındaki yaklaşımdan hareketle odak leke tipinin fiziksel sürekliliğidir. Ayrıca, lekeler arasındaki bağlanabilirliği ya da "işlevsel bağlantıyı" oluşturan şey ilgili organizmadan beklenen süreç ile ilgilidir. Örneğin bazı lekelerin bağlantılılık derecesi kuş popülasyonunun dağılımına katkı sağlayabilir ancak semenderler, tohum-yangın yayılımı veya hidrolojik akış için yeterli olmayabilir.

With (1999), “organizma perspektifinden peyzajın bağlantılılığını etkileyen şeyin ölçek ve dolaşma yeteneği ile ilgili olduğunu ve bunun da lekeli deseninden etkilendiğini belirtmektedir. Bu nedenle fonksiyonel bağlantılılık, ekolojik akışların (organizmalar dahil) peyzaj deseni etkileşimi ile ilgilidir.

**Alan metrikleri**, bir peyzaja dair verdiği bilgi en önemli bilgidir. Leke alanı ekolojik yarar için önemlidir. Çünkü lekenin büyüklüğü ile tür zenginliği arasında pozitif bir korelasyon vardır (Lavers ve Haines-Young,1993). Bu nedenle en büyük leke indisi (LPI) peyzaj parçalılığı ile ilgili bilgi veren önemli bir metrik olmakla habitat özelliğine ilişkin de bilgi içermektedir. Buna göre araştırma kapsamında sınıf ve peyzaj düzeyinde yapılan ölçümlerde LPI'nın değişimi şu şekilde; **Orman alanları** kategorisinin **LPI**, 1984 yılında 0,94, 2001 yılında 1,37 ve 2018 yılında 1,77 değerine ulaşmıştır. Orman alanları için en büyük leke indisi zamanla artış yaşamasına karşın (ki orman alanları da zamanla artış yapmaktadır) yine de peyzaj düzeyindeki LPI ortalamasının altındadır. Alansal artışa rağmen LPI in çok da büyük olmaması aslında orman alanlarında lekelerin alansal olarak çok büyümediğini ve bu durumun habitat gelişimi için yeterli olmadığını göstermektedir.

**Tarım alanları** kategorisi için **LPI** değerleri 1984 yılında 42,7, 2001 yılında 27,3 ve 2018 yılında 23,7 seviyesine azalış göstermiştir. Bu kategorinin LPI değerinde yaşadığı düşüş 1984-2001 yılları arasında %36 ve 2001-2018 yılları arasında %13 seviyesinde gerçekleşmiştir. LPI değerindeki azalış ve tarım alanlarının yıllar içerisinde yaşadığı alansal azalış ile değerlendirildiğinde bu kategorinin hem alansal olarak küçüldüğü hem de peyzajda temsil etme durumunu giderek kaybettiği görülmektedir. Başka bir ifadeyle parçalanmanın bir etkisi olan habitatların küçük parçalara ayrılması ve ilerleyen zamanda yok olma olasılığının ilk olarak tarım alanlarında başladığını göstermektedir (Çizelge 4.18).

**Yapay yüzeyler** kategorisi için **LPI** değerleri 1984 yılında 1,65, 2001 yılında 2,84 ve 2018 yılında 5,01 seviyesine artış göstermiştir. Kategorinin LPI değerinde yaşanan artış 1984-2001 yılları arasında %72 ve 2001-2018 yılları arasında %76 seviyesinde gerçekleşmiştir. Yapay yüzeylerdeki alansal artış ile LPI artışı birlikte değerlendirildiğinde her iki dönemde de yapay yüzeylerin hem arttığı hem de peyzaj düzeyinde temsil gücünün giderek arttığı ve 2018 yılında peyzaj genelinde en büyük leke alanına sahip 2. büyük kategori olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.50).

Yapay yüzeyler kategorisi ile orman alanları kategorisine ilişkin LPI değişimi ile birlikte değerlendirildiğinde orman alanları kategorisinin alansal olarak her dönemde yapay yüzeyler kategorisinin yaklaşık 2 katı olmasına karşın peyzajı temsil yüzdeleri bakımından bu durumun tersi geçerlidir (Çizelge 4.19).

**Seyrek vejetasyon** alanları kategorisi için LPI değerleri değerlendirildiğinde 1984 yılında, 12,45, 2001 yılında 3,79 ve 2018 yılında 4,51 değeri almıştır. Seyrek vejetasyon alanları 1984 ve 2001 yıllarında peyzaj düzeyinde en büyük leke alanına sahip 2. arazi kullanım kategorisi iken 2018 yılında LPI değeri yapay yüzeyler kategorisinin altına düşerek 3. sıraya gerilemiştir. Diğer arazi kullanım kategorilerinin LPI değerinde önemli değişimler meydana gelmemiştir.

LPI değerinin peyzaj düzeyindeki değişimi değerlendirildiğinde her dönemde en büyük leke alanının küçüldüğü gözlenmektedir (Şekil 4.49). Peyzaj düzeyinde LPI değeri 1984

yılında 42,7, 2001 yılında 27,3 ve 2018 yılında 23,7 seviyesine gerilemiştir (Çizelge 4.18).

Peyzaj desenindeki her bir lekenin alanı (AREA), lekeye ilişkin en önemli/ faydalı tek bilgi olarak görülmektedir. AREA metriği leke alanının dağılımını ortalama ve değişkenlik üzerinden özetlemektedir. Bu metrik değerleri alanın sınıf düzeyinde lekeler arasındaki dağılımının karakterizasyonu anlamak için ön bilgi sağlar. Leke alanı bazı organizmalar için lekenin yaygınlığı kadar önemli olmayabilir. Buna göre araştırma kapsamında sınıf düzeyinde ölçülen Ortalama Leke Alan Dağılımı (**Area\_MN**) değeri (*ki bu değer hektar cinsinden arazi kullanım kategorilerine ait lekelerin yüzey alanlarının ortalamasını vermektedir*) **orman alanları** kategorisi için 1984 yılında 3,47(ha), 2001 yılında 5,2 (ha) ve 2018 yılında 4,9 hektar değerini almıştır. Bu kategori için ortalama leke alan dağılımı 1984'den 2001'e %49 artış yaparken 2001'den 2018'e %5,7 azalmıştır. **Tarım alanları** kategorisinin Area\_MN değeri, 1984 yılında 180,5 (ha), 2001 yılında 131,6 (ha) ve 2018 yılında 94,6 hektara gerilemiştir. Tarım alanları için değer 1984-2001 arasında %27 azalırken 2001-2018 arasında %28 azalış göstermiştir. **Yapay yüzeyler** kategorisinin Area\_MN değeri, 1984 yılında 14,7 (ha), 2001 yılında 19,3(ha) ve 2018 yılında 24,2 hektar olmuştur. Yapay yüzeyler kategorisinin Area\_MN değerinin yıllar içerisindeki artışı 1984-2001 arasında %31 ve 2001-2018 arasında %33 seviyesinde olmuştur. **Seyrek vejetasyon** alanlarının Area\_MN değeri, 1984 yılında 27,6(ha), 2001 yılında 25,1(ha) ve 2018 yılında 19,5 hektara düşmüştür. **Su yüzeyleri ve vejetasyonu** kategorisinde ise her üç dönemde Area\_MN değerinde bir miktar artış görülmüştür. Bu kategorideki Area\_MN değerinde yaşanan artışın temel sebebi araştırma alanında yapılan barajlardır. **Açık yeşil alanlar** kategorisinin Area\_MN değerinde ise 1984-2001 arasında %37'lik bir artış ve 2001-2018 yılları arasında %28'lik bir azalış yaşanmıştır (Çizelge 4.19).

Belirli bir habitat tipindeki lekeler peyzaj koşullarına bağlı olarak çeşitli ekolojik süreçleri etkileyebilir. Örneğin, leke sayısı (NP), yalnızca bu habitat türüyle ilişkilendirilen türler için, mekânsal olarak dağılmış bir popülasyondaki alt popülasyonların veya metapopülasyonların sayısını belirleyebilir. Alt popülasyonların sayısı metapopülasyonun dinamiklerini ve kalıcılığını etkileyebilir (Gilpin ve Hanski 1991). Leke sayısı, rekabetçi sistemlerde tür etkileşimlerinin kararlılığını ve bir arada

yaşama fırsatlarını etkileyebilir (Kareiva 1990). Bir lekeye ait habitat alt bölümlerinin fazlalığı bu leke ile ilgili oluşacak olumsuzlukların peyzajın tamamına yayılmasına neden olabilir (Franklin ve Forman 1987). Leke sayısı (NP), sınıflara ait leke sayılarını veren bir metriktir. **Orman alanları** kategorisi 1984 yılında 13249, 2001 yılında 18150 ve 2018 yılında 23110 lekeye sahiptir. Leke sayısındaki artış ile bu kategorinin yıllar içerisinde yaşadığı alansal artış birlikte değerlendirildiğinde orman alanlarındaki büyümenin parçalı şekilde gerçekleştiği görülmektedir. **Tarım alanları kategorisi** ise 1984 yılında 4229 2001 yılında 5589 ve 2018 yılında 7259 lekeye sahiptir. Leke sayısındaki artış ve bu kategorinin yıllar içerisindeki alansal azalışı tarım alanlarının parçalanma ve yok olma sürecine girdiğini göstermektedir.

Çizelge 4.18 Alan, yoğunluk, kenar metrik ölçüm sonuçları (sınıf düzeyi)

		CA (ha)	PLAND (%)	LPI (%)	TE(m)	ED (m/ha)	AREA (ha)	GYRATE (m)
1984	O.A	46042.47	3.4142	0.946	9561720	7.0902	3.4752	45.4339
	S.V.A	490533.4	36.3742	12.4565	33656640	24.9572	27.6248	56.1727
	T.A	763560.1	56.6198	42.7845	32241900	23.9081	180.5533	116.3506
	S.Y.V	12526.29	0.9289	0.0504	4946040	3.6676	2.1217	61.9061
	Y.Y	28076.22	2.0819	1.65	9941520	7.3719	14.7614	116.3111
	A.Y.A	7835.31	0.581	0.0462	2289960	1.6981	2.2259	40.0182
		CA	PLAND	LPI	TE	ED	AREA_MN	GYRATE MN
2001	O.A	94397.49	6.9998	1.3781	16902840	12.5339	5.201	48.4533
	S.V.A	449821.4	33.3553	3.7629	35614020	26.4087	25.1171	61.3585
	T.A	735934.4	54.5713	27.3352	33918600	25.1515	131.6755	99.8173
	S.Y.V	11990.16	0.8891	0.1901	3563760	2.6426	2.6105	56.0928
	Y.Y	46146.51	3.4219	2.8409	15078480	11.1811	19.3162	109.8816
	A.Y.A	10283.85	0.7626	0.0497	2850780	2.1139	3.0202	45.3579
		CA	PLAND	LPI	TE	ED	AREA_MN	GYRATE MN
2018	O.A	99575.73	7.3838	1.7726	17381580	12.8889	4.9765	43.4888
	S.V.A	450729	33.4226	4.5168	40430460	29.9802	19.5036	57.0786
	T.A	687098.4	50.95	23.7873	36525990	27.0849	94.6547	89.912
	S.Y.V	13281.93	0.9849	0.168	3501300	2.5963	2.7827	54.0014
	Y.Y	78050.88	5.7877	5.0142	20074620	14.8858	24.2545	90.604
	A.Y.A	19837.8	1.471	0.1056	6371850	4.7249	2.1721	43.3873

Çizelge 4.18 üzerindeki satırlarda “O.A” orman alanları kategorisini, “S.V.A” seyrek vejetasyon alanları kategorisini, “T.A” tarım alanları kategorisini, “S.Y.V” su yüzeyleri ve vejetasyonu kategorisini, “Y.Y” yapay yüzeyler kategorisini ve “A.Y.A” açık yeşil alanlar kategorisini simgelemektedir.

Çizelge 4.19 Alan, yoğunluk, kenar metrik ölçüm sonuçları (peyzaj düzeyi)

	TA	LPI	TE	ED
1984	1348574	42.7845	46318890	34.3466
2001	1348574	27.3352	53964240	40.0158
2018	1348574	23.7873	62142900	46.0805

Radius of gyration (**GYRATE**) leke genişliğinin/yayılımının ölçüsüdür. Bir lekenin peyzaj boyunca ne kadar uzağa uzanabileceği ile ilgilidir. Lekelere ilişkin diğer değerlerin eşit olduğunu düşünürsek leke ne kadar büyükse lekenin dönme yarıçapı da o kadar büyük olur. **Orman alanları** kategorisi için 1984 yılında 45 (m), 2001 yılında 48 (m) ve 2018 yılında 43 metreye gerilemiştir. **Tarım alanları** kategorisinin **GYRATE** değeri, 1984 yılında 116 (m), 2001 yılında 99 (m) ve 2018 yılında 89 metreye gerilemiştir. **Yapay yüzeyler** kategorisinin **GYRATE** değeri, 1984 yılında 116(m) 2001 yılında 109 (m) ve 2018 yılında 90 metre olmuştur. **Seyrek vejetasyon** alanlarının değeri ise 1984 yılında 56 (m) 2001 yılında 61 (m) ve 2018 yılında 57 metredir. **Su yüzeyleri ve vejetasyonu** kategorisinde ise her üç dönemde **GYRATE** değerinde bir miktar azalış gözlenmektedir.

GYRATE-MN leke merkezleri arasındaki ortalama mesafeyi göstermektedir (Tağıl vd. 2018, Görmüş vd. 2016). Bu bilgi ölçü sonuçları ile değerlendirildiğinde 1984-2018 yılları arasında seyrek vejetasyon alanları ve su yüzeyleri ve vejetasyonu kategorisi hariç tüm kategoriler leke ağının azaldığı (lekelerin birbirlerine yaklaştığı) görülmektedir.

Sınıf alanı (CA) ve peyzaj yüzdesi (PLAND) peyzaj kompozisyonunun temel ölçümleridir. Özellikle, peyzajın ne kadarının belirli bir leke türünden oluştuğunun göstergeleridir. Ekolojik çalışmalarda önemli bir özelliktir. Örneğin, habitat parçalanmasının önemli bir sonucu habitat kaybıdır. Bu nedenle, orman parçalanması çalışmasında, hedef leke türünün (habitat) peyzajdaki oranını bilmek önemlidir (Robbins vd. 1989). Buna göre tüm peyzaj içerisinde **orman alanları** kategorisinin bulunma sıklığı 1984 yılında %3,4, 2001 yılında %6,9 ve 2018 yılında %7,38'dir. Tarım alanları kategorisinin PLAND değeri 1984 yılında %56, 2001 yılında %54 ve 2018 yılında %50,9'a gerilemiştir. Yapay yüzeylerde ise 1984 yılında %2, 2001 yılında 3,4 ve 2018 yılında %5,7 seviyesine ulaşmıştır.

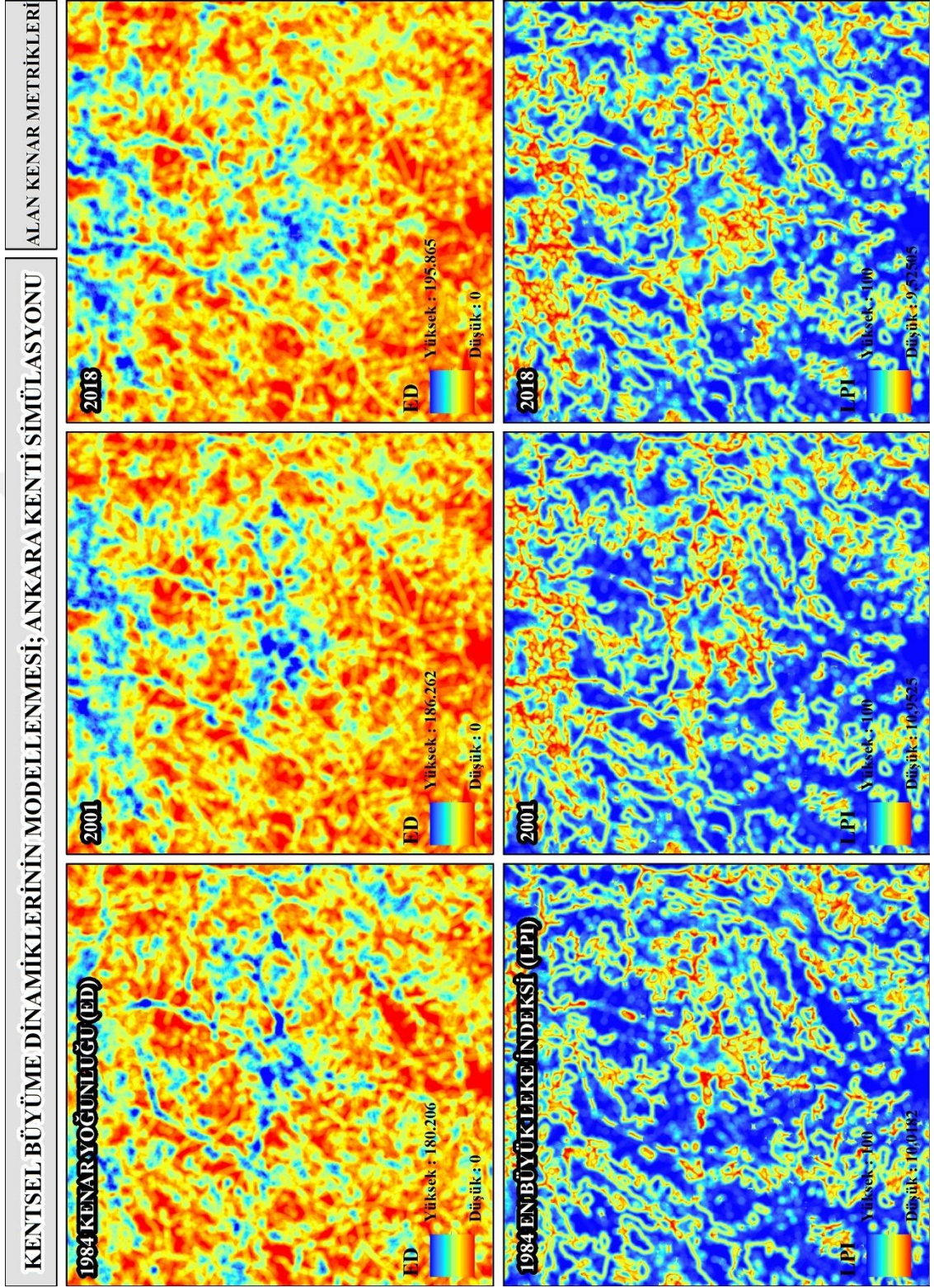
**Kenar metrikleri**, genellikle peyzaj konfigürasyonunu gösteren en önemli metrik grubudur. Bir peyzajdaki toplam kenar miktarı ekolojik durumun önemli göstergesidir. Özellikle yaban yaşamının değerlendirilmesinde kullanılmaktadır (Tağıl vd. 2018, Görmüş vd. 2016, Thomas vd. 1978, Strelke ve Dickson 1980, Morgan ve Gates 1982, Logan vd. 1985). Örneğin, orman kenarı etkisi, rüzgâr ve ışık yoğunluğunun orman lekelerine farklı oranlarda ulaşmasına neden olurken habitattaki mikroklimatik şartları ve etki düzeyini doğrudan etkilemektedir (Gratkowski 1956, Ranney vd. 1981, Chen ve Franklin 1990). Bu çalışmada kenar metriklerinden Kenar Yoğunluğu (ED) ve Toplam Kenar Uzunluğu (TE) sınıf ve peyzaj düzeyinde ölçülmüştür. Forman ve Gordon (1986) kenar metriklerinin ekolojik bakımdan habitat kalitesini göstermesi bakımından önemli olduğunu, kenar uzunluğu ve yoğunluğunun türlerin dağılışını belirlediğini ifade etmektedir.

Bir leke ile komşusu arasındaki karşılıklı ekolojik süreci etkileyebilir (Forman ve Godron 1986). Mikroklimatik değişiklikler, rüzgâr ve ışık yoğunluğu gibi "kenar etkileri", lekeler arasındaki zıtlık derecesinden etkilenir. Bu etkiler yüksek zıtlığa sahip kenarlarda daha hızlı yayılma özelliği gösterirler (Ranney vd. 1981). Kenar etkileri nedeniyle, bazı leke tipleri arasındaki arayüz/ekoton, ayrı bir habitat türü olarak kabul edilebilecek kadar belirgin özelliklere sahip olabilir.

Kenar yoğunluğu (ED) ve toplam kenar alanı (TE) peyzaj düzeyinde incelenen her üç yılda da artış göstermiştir (Şekil 4.49). Sınıf düzeyinde yapılan ölçümlerde ise su yüzeyleri ve vejetasyonu kategorisi dışındaki tüm arazi kullanım kategorilerinde ED ve TE değerlerinde artış yaşanmıştır. Bu bilgi her iki dönemde de seyrek vejetasyon alanları ve tarım alanları kategorilerinde ve 2001-2018 döneminde orman alanları kategorisindeki ortalama leke yoğunluğu (Area\_MN) değerindeki azalış verisi ile birlikte değerlendirildiğinde bu üç kategorinin parçalanma eğiliminde olduğu görülmektedir (Çizelge 4.18) (Şekil 4.50).

Şekil 4.50 incelendiğinde 1984 yılında kenar yoğunluğu en yüksek kategori yapay yüzeylerken 2001 ve 2018 yılların çalışma alanının kuzeyinde bulunan orman alanlarında kenar yoğunluğunun giderek arttığı ve benzer şekilde yıllar içerisinde en büyük leke (LPI) yoğunluğunun giderek azaldığı görülmektedir.





Şekil 4.50 Alan kenar metrikleri (LPI-ED)

**Şekil metrikleri;** (Çizelge 4.20) peyzaj konfigürasyonunun anlaşılmasında önemlidir. Buechner (1989) lekelerin şeklinin özellikle leke de yaşayan memelilerin hareketliliği üzerinde etkili olduğunu belirtmektedir.

Çizelge 4.20 Şekil metrikleri tanımlaması

Kavramsal kategori	Kısaltma /Metrik adı	Değer aralığı	Açıklama
Şekil (biçim)	SHAPE/ Average Shape Index Ortalama Şekil Indisi	$SHAPE \geq 1$	Leke şeklinin karmaşıklığını ölçer. Değer 1 olduğunda lekenin şekli karedir. Daha yüksek değerler leke şeklinin basit formdan karmaşık forma geçtiğini gösterir.
	CONTIG/Contiguity Index Bitişiklilik İndisi	$0 \leq CONTIG \leq 1$	Mekânsal olarak birikme olasılığı olan leke tiplerinin eğilimini ölçer. CONTIG, tek piksellik bir leke için 0'a eşittir ve leke bitişikliği veya bağlılık arttıkça değer 1 sınırına yükselir.
	PAFRAC/Perimeter-area fractal dimension Çevre-Alan Fraktal Boyut indisi	$1 \leq PAFRAC \leq 2$	Değer 1'e yaklaştığında leke şekli basitleşmekte, değer 2'ye yaklaştığında ise lekenin şekli girintili çıkıntılı olur.

Ortalama Şekil indisi (*Shape Index-SHAPE*) nin 1'den büyük olması, şekilsel olarak lekelerin düzenli yuvarlak ya da kare şekline sahip olmadığını; şekilsel düzensizliklerin fazla olması habitatlarda merkezi kısmının gelişmediğini ortaya koymaktadır (Görmüş vd. 2016).

Peyzaj düzeyinde SHAPE ölçüm değeri yıllar içerisinde artış göstermektedir (Çizelge 4.21). Bu durum peyzaj düzeyinde yıllar içerisinde şekilsel bozulmanın meydana geldiğini göstermektedir (Şekil 4.51). Bu değer sınıf düzeyinde incelendiğinde, **orman alanları** kategorisinde 1984 yılında 1,27, 2001 yılında 1,3 ve 2018 yılında 1,27 değerini almaktadır. **Seyrek vejetasyon** alanları kategorisinde 1984 ve 2001 yıllarında 1,29 ve 2018 yılında 1,33 değerini almaktadır. Tarım alanları kategorisinde ise 1984 yılında 1,43, 2001 yılında 1,41 ve 2018 yılında 1,39 olarak ölçülmüştür. Yapay yüzeyler kategorisinde 1984 yılında 1,66, 2001 yılında 1,64 ve 2018 yılında 1,55 değerini almaktadır. Su yüzeyleri kategorisinde ise 1984 yılında 1,44, 2001 yılında 1,41 ve 2018 yılında 1,37 olarak ölçülmüştür (Çizelge 4.22). Shape değeri tüm sınıflar için 1

değerinden yüksek olduğu için tüm sınıflarda şekilsel bir karmaşadan bahsedilebilir. Ölçüm sonuçlarına göre yapay yüzeyler kategorisi her üç yıl içinde en karmaşık şekil yapısına sahip sınıftır.

Bitişiklik endeksi (*Contiguity Index-CONTIG*) mekânsal bağlantılılığın yorumlanmasında önemli bir metriktir (LaGro 1991). 0-1 arasında değişen indis değerinin 1'e yaklaşması lekeler arasında bitişiklik ya da bağlantılılığın arttığının göstergesidir (Görmüş vd. 2016). CONTIG\_MN değeri peyzaj düzeyinde 1984-2018 yılları arasında 0,3 değerinden 0,29 değerine gerilmiştir. Bu durum peyzaj düzeyinde lekeler arasındaki mekânsal bağlantılılığın ve peyzajda parçalanmanın başladığını göstermektedir (Şekil 4.50). Bu metriğin sınıf düzeyindeki sonuçları şu şekildedir. Orman alanları kategorisinde 1984 ve 2018 yılları arasında mekânsal bitişiklik %9,8 azalış göstererek 0,3'den 0,27'ye gerilemiştir. Orman alanları kategorisindeki alansal artışa rağmen orman habitatları arasındaki bitişikliliğin artmamış olması bağlantıların kurulmadığı ya da koridorların oluşturulmadığı şeklinde yorumlanabilir. Tarım alanları kategorisi için aynı dönemde CONTIG\_MN değeri 0,47'den 0,38 seviyesine gerileyerek %19'luk bir azalış gerçekleştirmiştir (Çizelge 4.22).

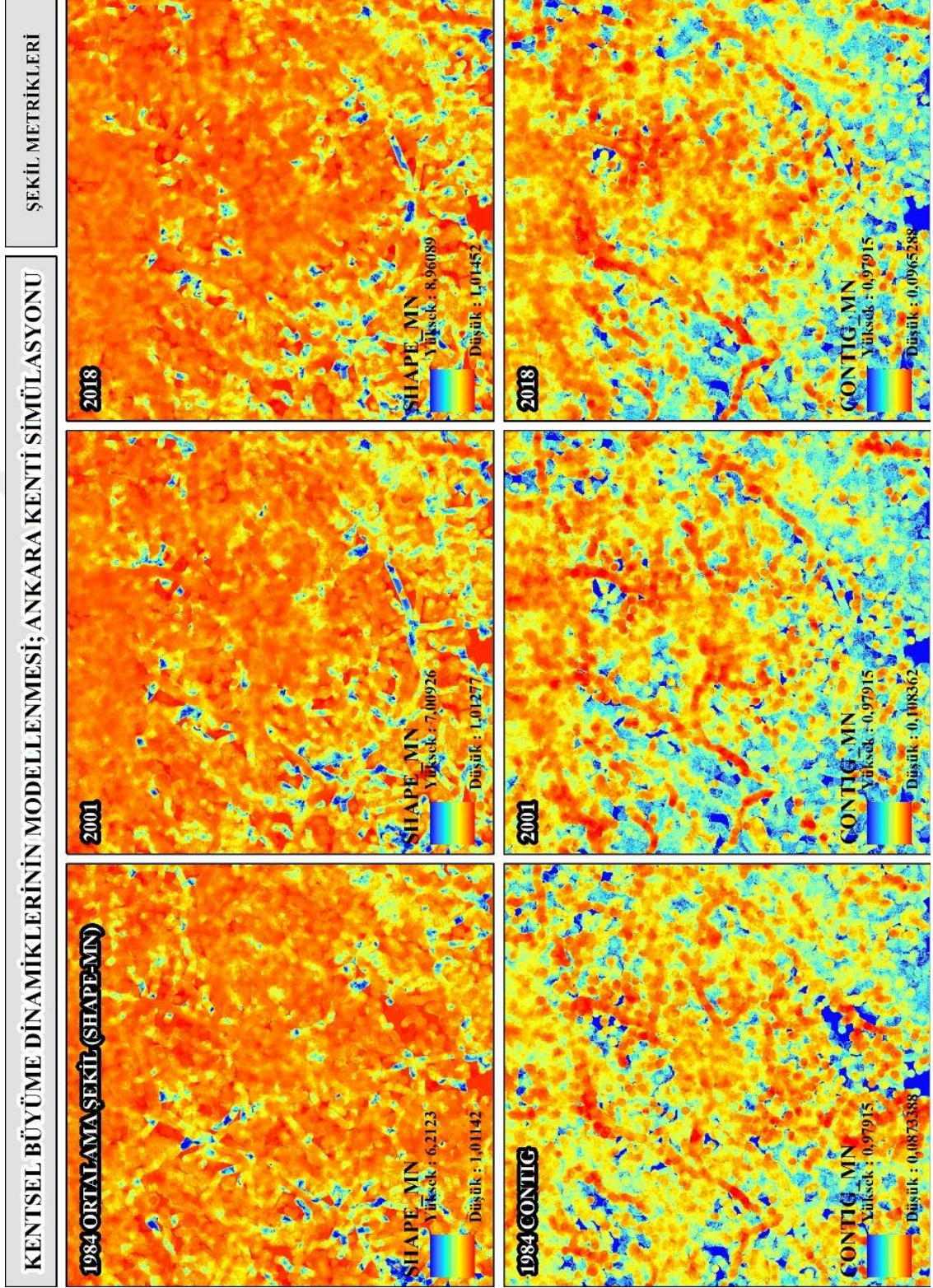
Çevre-Alan Fraktal Boyut endeksi (*Perimeter-area fractal dimension -PAFRAC*) değerinin peyzaj düzeyinde 1'den büyük olması peyzajdaki habitat lekelerinin basit şekillerde olmadığını göstergesidir. Bu değer 2'ye yakın değerlerde olması peyzajda grift şekillerin hâkim olduğunu göstermektedir (Görmüş vd. 2016). PARFAC değeri yıllar içerisinde peyzaj düzeyinde bir miktar artış göstermiştir. Bu durum 1984 ve 2018 yılları arasında peyzaj şeklinin karmaşıklaştığını göstermektedir. PARFAC değerinin sınıf düzeyindeki sonuçları orman alanları kategorisi ve tarım alanları kategorisinde incelenen her üç dönemde de şekil karmaşıklığının arttığını seyrek vejetasyon alanlarında 1984-2001 yılları arasında önce sınıf şeklin bir miktar düzeldiği ancak 2001 ve 2018 arasında 1984 yılından daha karmaşık bir peyzaj şekline dönüştüğünü göstermektedir. PARFAC ölçüm sonuçlarına göre her üç dönemde en karmaşık şekil yapısı yapay yüzeyler kategorisinde görülmektedir. 1984 ve 2018 yılları arasında PARFAC değeri açık yeşil alanlar kategorisinde bir miktar artış gösterirken su yüzeyleri kategorisinde peyzaj şeklinde düzelme görülmüştür (Çizelge 4.22).

Çizelge 4.21 Şekil metrik ölçüm sonuçları (peyzaj düzeyi)

	SHAPE_MN	CONTIG_MN	PAFRAC
1984	1.3336	0.3083	1.3629
2001	1.3343	0.2963	1.3592
2018	1.3318	0.2963	1.375

Çizelge 4.22 Şekil metrik ölçüm sonuçları (sınıf düzeyi)

		SHAPE_MN	FRAC_MN	CONTIG_MN	PAFRAC
1984	Orman alanları	1.2748	1.0514	0.3084	1.3527
	Seyrek vejetasyon alanları	1.2938	1.0508	0.277	1.3536
	Tarım alanları	1.4336	1.0608	0.4753	1.2907
	Su yüzeyleri ve vejetasyonu	1.449	1.0698	0.2856	1.4827
	Yapay yüzeyler	1.6614	1.0642	0.3954	1.5388
	Açık ve yeşil alanlar	1.2647	1.048	0.2557	1.38
		SHAPE_MN	FRAC_MN	CONTIG_MN	PAFRAC
2001	Orman alanları	1.3023	1.0533	0.3092	1.3721
	Seyrek vejetasyon alanları	1.29	1.0464	0.2564	1.3306
	Tarım alanları	1.4111	1.0563	0.3571	1.3084
	Su yüzeyleri ve vejetasyonu	1.4065	1.0664	0.2751	1.4752
	Yapay yüzeyler	1.6472	1.0629	0.3917	1.5445
	Açık ve yeşil alanlar	1.2958	1.0516	0.2996	1.3781
		SHAPE_MN	FRAC_MN	CONTIG_MN	PAFRAC
2018	Orman alanları	1.2761	1.0503	0.278	1.3785
	Seyrek vejetasyon alanları	1.3324	1.0547	0.2762	1.3685
	Tarım alanları	1.3932	1.0567	0.3869	1.3296
	Su yüzeyleri ve vejetasyonu	1.3727	1.063	0.2803	1.4453
	Yapay yüzeyler	1.5556	1.0614	0.37	1.5028
	Açık ve yeşil alanlar	1.3033	1.0542	0.2979	1.3854



Şekil 4.51 Şekil metrikleri (SHAPE\_MN-CONTIG)

**Merkezi Alan Metrikleri;** Bir lekenin toplam alanı leke şekli ile ilgili değildir. Ancak leke şekli lekenin merkezi alanını doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle leke şekli ile türlerin yaşamsal devamlılığı arasında ilişki vardır. Diğer bir deyişle; lekenin büyük olması bir türün hareketliliği için yeterli olabilir ancak lekenin merkezi alanının olmaması o türün yaşamının devam edebilmesine olanak tanımayabilir. Dolayısıyla lekenin merkezi, kenardan gelebilecek etkilerden izole olur ve bu nedenle bitkiler ve hayvanlar tarafından çekirdek alan önemli bölgelerdir (Görmüş vd. 2016, Andren 1994).

Çekirdek alan, kenar etkisinin olmadığı bir leke içindeki merkezi alan olarak tanımlanmaktadır. Leke şekli gibi, çekirdek alan da peyzajdaki lekelerin karakterini ve işlevini belirlemektedir. Çekirdek alan kenar etkisi ile ilişkili olduğundan merkezi alan metrikleri de (Çizelge 4.23) kenar metrikleri ile ilişkilidir.

Çizelge 4.23 Merkez alan metrikleri tanımlaması

	Kısaltma /Metrik adı	Değer aralığı	Açıklama
Merkez Alan	TCA/Total Core Area Toplam Merkez Alanı	$TCA \geq 0$ Hektar	TCA 0 ise ilgili lekenin tüm alanı kenar derinliği içindedir. Kenar derinliği mesafesi azaldıkça lekenin şekli basitleşir ve merkez alanı toplam sınıf alanına eşitlenir.
	NCORE/Number of Disjunct Core Areas Merkez Alan Sayısı	$NCA \geq 0$	Leke merkezliliğini ölçer. Değer = 0 ise leke şekli basit ve tek merkezlidir. Ancak değer 1' e yaklaştığında ya da 1 olduğunda lekede izole merkezler var demektir.
	DCAD/Disjunct Core Area Density İzole Merkez Alan Yoğunluğu	$DCAD \geq 0$ 0 100 Hektarda bir	Değeri 0 ise izole çekirdek alan olmadığı anlamına gelir. $DCAD > 1$ , leke büyüklüğü ve şekli nedeniyle, en az bir çekirdek alan var demektir.
	CORE/Core Area Distribution Merkezi Alan Dağılımı	$CORE \geq 0$ Hektar	Leke içindeki her yer lekenin çevresinden belirlenen mesafenin içindeyse yani kenar mesafesinin içindeyse $CORE = 0$ . $CORE > 0$ 'dan büyükse belirtilen kenar mesafesi azalmakta ve lekenin şekli basitleşmektedir ve merkez alana yaklaşır.
	CPLAND/Core Area Percentage of Landscape Peyzajın Merkezi Alan Yüzdesi	$0 \leq$ CPLAND $< 100$ Yüzde	Aynı leke tiplerinin merkezi alanlarından oluşan peyzajın yüzdesini verir  CPLAND, aynı sınıfa ait leke tiplerinin çekirdek alanı lekelerin küçülmesi ya da şekillerinin karmaşık formda olması nedeniyle peyzajda Merkez alanları azaldığında değer 0'a yaklaşmaktadır. Peyzaj tek bir leke tipinden oluşursa ve kenar derinliği sifıra yaklaşırsa CPLAN değeri 100'e yaklaşır.

Kenar etkisi çekirdek alandan çok leke kenarlarında oluşan çevresel koşulları değişmesine neden olan biyotik ve abiyotik faktörlerin kombinasyonunun sonucudur. Kenar etkisi organizmalar ve ekolojik süreçlere göre farklılık göstermektedir (Hansen ve Di Castri 1992). Özellikle hassas türler için büyük lekeler ve büyük merkezi alanlar yaşamsal öneme sahiptir (Bender vd. 1998). Örneğin otlaklarda yaşayan birçok kuş türü alansal olarak çok hassastır. Bu türler beslenebilmek için kenar alanlardan uzak ya da daha dar kenar özelliği olan habitatları tercih etmektedir (Görmüş vd. 2016, Herkert 1994, Helzer ve Jelinski 1999).

1984, 2001 ve 2018 dönemleri için merkez alan metrikleri peyzaj genelinde incelendiğinde Toplam Merkez Alanı (TCA) her üç dönemde de azalış gösterirken Merkez Alan Sayısı (NDCA) ve Merkez Alan Yoğunluğu (DCAD) her üç dönemde de artış gerçekleşmiştir (Çizelge 4.22). Toplam merkez alan alansal olarak küçülürken, merkez alan sayısının artması önceden büyük merkezi alana sahip lekelerin parçalandığını göstermektedir. Benzer şekilde peyzaj düzeyinde Ortalama Merkezi Alan Dağılımı (CORE\_MN) ve Ortalama Disjunct Merkezi Alan Dağılımı (DCORE\_MN) değerlerinde her üç dönemde de yaşanan düşüş peyzaj genelinde merkezi alanların yok olduğunu ya da azaldığını göstermektedir. 1984, 2001 ve 2018 dönemleri için merkez alan metrikleri sınıf düzeyinde incelendiğinde Merkezi alan yüzesi (CPLAND) ve TCA değerleri, tarım alanları ve seyrek vejetasyon alanları kategorisi dışındaki diğer arazi kullanım kategorilerinde artış göstermektedir (Çizelge 4.23). CPLAND değerinin orman alanları kategorisindeki gelişim hızı incelendiğinde 1984 ve 2018 yılları arasında %1,56'dan %3,8'e bir gelişim olduğunu ancak bu oran orman alanlarında çok fazla merkezi alanı gelişimi olmadığını göstermektedir. 1984 ve 2018 yılları arasında CORE-MN değerinin sınıf düzeyindeki sonuçları, tarım alanları, seyrek vejetasyon alanları ve açık yeşil alanlar kategorisi dışındaki diğer arazi kullanım kategorilerinde artış yaşandığını görülmekte ancak 2001 ve 2018 dönemlerinde orman alanları kategorisini CORE-MN değerinde de bir miktar azalış görülmektedir. Bu da 2001-2018 yıllarında orman alanları kategorisinde parçalanmanın başladığının bir göstergesidir. Tarım alanları ve seyrek vejetasyon alanlarında merkezi alan kayıp hızları bu kategorilerde parçalanma hızının çok yüksek olduğunu göstermektedir.

Çizelge 4.24 Merkez alan metrik ölçüm sonuçları (peyzaj düzeyi)

	TCA	NDCA	DCAD	CORE_MN	DCORE_MN
1984	1046060.2	15022	1.1139	22.4664	69.6352
2001	1000289.1	20125	1.4923	19.2234	49.7038
2018	960349.32	23683	1.7562	14.227	40.5502

Çizelge 4.25 Merkez alan metrik ölçüm sonuçları (sınıf düzeyi)

		TCA	CPLAND	NDCA	DCAD	CORE	DCORE
1984	Orman alanları	21067.74	1.5622	2422	0.1796	1.5901	8.6985
	Seyrek vejetasyon alanları	373777.7	27.7165	5472	0.4058	21.0496	68.3073
	Tarım alanları	636492.1	47.1974	4567	0.3387	150.5065	139.3677
	Su yüzeyleri ve vejetasyonu	2026.8	0.1503	888	0.0658	0.3433	2.2824
	Yapay yüzeyler	10370.7	0.769	1060	0.0786	5.4525	9.7837
	Açık ve yeşil alanlar	2325.15	0.1724	613	0.0455	0.6606	3.7931
		TCA	CPLAND	NDCA	DCAD	CORE	DCORE
2001	Orman alanları	46912.14	3.4786	4534	0.3362	2.5847	10.3467
	Seyrek vejetasyon alanları	324084.7	24.0317	7106	0.5269	18.0962	45.6072
	Tarım alanları	604349.1	44.8139	5329	0.3952	108.1319	113.4076
	Su yüzeyleri ve vejetasyonu	4393.98	0.3258	525	0.0389	0.9567	8.3695
	Yapay yüzeyler	17591.76	1.3045	1750	0.1298	7.3637	10.0524
	Açık ve yeşil alanlar	2957.4	0.2193	881	0.0653	0.8685	3.3569
		TCA	CPLAND	NDCA	DCAD	CORE	DCORE
2018	Orman alanları	51328.44	3.8061	4212	0.3123	2.5653	12.1862
	Seyrek vejetasyon alanları	316088.7	23.4387	8061	0.5977	13.6776	39.2121
	Tarım alanları	547383	40.5898	6545	0.4853	75.4075	83.6338
	Su yüzeyleri ve vejetasyonu	5520.06	0.4093	564	0.0418	1.1565	9.7873
	Yapay yüzeyler	35125.02	2.6046	2620	0.1943	10.9152	13.4065
	Açık ve yeşil alanlar	4904.1	0.3637	1681	0.1247	0.537	2.9174

**Kümelenme metrikleri;** leke tiplerinin mekânsal olarak kümelenme/birikme toplanma eğilimini ifade etmektedir. Bu lekelerin büyük, kümelenmiş veya “yayılmacı” dağılımlara sahip olduğunu gösterir. Bu özellik aynı zamanda peyzaj tekstürü/dokusu (landscape texture) olarak da bilinmektedir. Kümelenme kavramı aşağıda belirtilen kavramları da içeren üst bir kavramdır: Dağılım (dispersion), serpiştirme (interspersion, alt bölümlendirme (subdivision) ve izolasyon (isolation). Kümelenme ile habitatların dağılımı ve/veya izolasyonu değerlendirilmektedir. Bir habitata ait alt bölümler meta-populasyon dinamiklerini belirlemesi bakımından önemlidir (Gilpin ve Hanski 1991). İzolasyonun artması meta-populasyon ilişkilerini azaltarak türlerin yok olmasına neden olabilmektedir (Görmüş vd. 2016). İzolasyon habitat kaybı ve parçalanma bağlamında özellikle önemlidir. Bu kapsamda, Öklid En Yakın Komşu Mesafe Dağıtım



(*Euclidean Nearest Neighbor Distance Distribution -ENN*) ve Yakınlık Endeksi Dağıtım (*Proximity Index Distribution -PROX*), Bağlılık Endeksi (*Connectance Index -CONNECT*) hesaplanmıştır (Çizelge 4.26).

Çizelge 4.26 Kümelene ve izolasyon metrikleri tanımlaması

Kavramsal kategori	Kısaltma /Metrik adı	Değer aralığı	Açıklama
	ENN/Euclidean Nearest Neighbor Distance Distribution En Yakın Komşu Öklid Mesafe Mesafe Dağılımı	ENN> 0 Metre	Peyzajda iki leke arasındaki uzaklığın ölçümünü verir. En yakın komşuya olan mesafe azaldıkça ENN 0'a yaklaşır.  ENN en basit leke bağlamı ölçüsüdür ve leke izolasyonunu ölçmek için kullanılmaktadır. En yakın komşu mesafesi, odak leke ile aynı sınıfın en yakın komşusu arasındaki en kısa düz çizgi mesafesi olarak basit Öklid geometrisi kullanılarak tanımlanır.
	PROX/Proximity Index Distribution Yakınlık Endeksi Dağılımı	PROX> 0	Büyüklik ve uzaklık değerleri üzerinden aynı leke tipinin komşu leke tipleri ile komşuluğunu ve izolasyonunu ölçer. Değer sıfır ise belirlenen uzaklıkta bir lekenin kendi tipinden komşusu yoktur. Değer arttıkça aynı leke tipinin komşuluğu artar ve bu parçalanmanın azalması anlamına gelir. Bir leke, belirtilen arama yarıçapı içinde aynı leke türünde komşular içermiyorsa PROX = 0'dır. PROX'in üst sınırı, arama yarıçapından ve lekeler arasındaki minimum mesafeden etkilenir.
	CONNECT/Connectance Index Bağlantılılık indisi	$0 \leq \text{CONNECT} \leq 100$	CONNECT = 0 ise, odak sınıfı tek bir lekeden oluşmakta ya da odak sınıfa ait lekeler bağlantılı değildir. CONNECT = 100 ise odak sınıfının lekeleri arasında bağlantılılık vardır.

Peyzajın dokusu, peyzaj deseninin anlaşılmasında temel olmanın yanı sıra ekolojik süreçlerin devamlılığında da önemli rol oynamaktadır. Peyzajdaki leke dağılımı hem

peyzaj tamamlama süreci hem de farklı türlerin yaşamların desteklemek için farklı leke tiplerinin dağılımına ilişkin içerdiği bilgi ile ekosistemlerin ve habitat kalitesinin geliştirilmesini desteklemektedir (Dunning vd. 1992).

Habitatın serpişmesi yaban hayatı yönetiminde önemlidir. Yaban hayatı yönetimi habitatın yayılmasını arttırmaya odaklanmaktadır. Çünkü farklı habitatların yan yana yerleştirilmesinin tür çeşitliliğini artıracığına inanılmaktadır (Leopold 1933). Leke tiplerinin ayrışması, habitat kaybı ve parçalanma sürecinde önemli bir rol oynamaktadır. Habitat kaybı ve parçalanması genellikle bitişik habitatın daha dağınık habitat/ ayrık habitatlara ayrılması ve daha fazla izole edilmiş lekeler halinde ayrıştırılması ile gerçekleşmektedir. Habitat kaybı ve parçalanma ilerledikçe, habitat ayrışır ve bunun sonucunda ekolojik fonksiyon bozulur (Saunders vd. 1991).

En yakın komşunun mesafesi, bir yamanın kendi özelliklerine sahip diğer yamadan olan uzaklığını gösteren bir göstergedir. Bu gösterge de habitat kalitesini göstermesi bakımından önemlidir. Araştırmalar göstermektedir ki, parçalanmaya bağlı izolasyona uğrayan habitatlarda daha az canlı türü bulunmaktadır. Özellikle kuşlarla ilgili yapılan birçok çalışma bunu göstermektedir (Moore ve Hooper 1975, Whitcomb vd. 1981). ENN en basit şekliyle izolasyonu ölçmesi açısından önemli bir metriktir. Aynı tip iki leke arasındaki mesafeyi göstermektedir. Araştırma kapsamında peyzaj genelinde ENN değeri yıllar içerisinde azalış göstermektedir (Çizelge 4.27). Sınıf düzeyinde 1984-2001 arasında ENN değeri seyrek vejetasyon alanları kategorisi dışındaki kategorilerde azalma eğilimindeyken 2001-2018 yılları arasında tarım alanları kategorisi ve su yüzeyleri ve vejetasyonu kategorisi dışındaki kategorilerde azalma eğilimindedir (Çizelge 4.28).

Ortalama Yakınlık Endeksi Dağılımı (PROX\_MN) aynı tip lekeler kümelenip kümelenmediğini gösteren kümelenme metriğidir. PROX\_MN benzer lekelerin dağılımında yaklaşmayı göstermektedir. Peyzaj genelinde PROX\_MN değeri yıllar içerisinde azalma eğilimindedir. Sınıf düzeyinde PROX\_MN değerinde ise orman alanları kategorisi dışındaki tüm arazi kullanım kategorilerinde lekeler birbirlerine yaklaşarak kümelenme eğilimine girmişlerdir. PROX\_MN değeri CONNECT değeri ile ele alındığında (ki bu değer her üç yılda da 0 değerine çok yakın olduğundan lekeler

arasında bağlantının olmadığı gösterir) PROX\_MN değerindeki azalışın birim alanda görülen leke sayısındaki artış nedeniyle azalma eğiliminde olduğu, başka bir ifadeyle bu duruma mekânsal parçalanma neden olduğu söylenebilir.

Çizelge 4.27 Kümelenme ve izolasyon metrikleri ölçüm sonuçları (peyzaj düzeyi)

	PROX_MN	ENN_MN	CONNECT
1984	30218.3965	171.4895	0,0316
2001	13783.507	160.3662	0,0318
2018	10840.2926	148.664	0.0297

Çizelge 4.28 Kümelenme ve izolasyon metrikleri ölçüm sonuçları (sınıf düzeyi)

		CAI_MN	PROX_MN	ENN_MN	CONNECT
1984	Orman alanları	1.4957	171.3098	202.8022	0,0240
	Seyrek vejetasyon alanları	2.0998	23910.353	119.6725	0,0258
	Tarım alanları	8.4441	227291.52	161.5432	0,0699
	Su yüzeyleri ve vejetasyonu	0.7269	12.1817	172.5962	0,0552
	Yapay yüzeyler	3.1727	9874.8135	313.8222	0.1536
	Açık ve yeşil alanlar	1.2927	23.6544	248.2131	0.1286
		CAI_MN	PROX_MN	ENN_MN	CONNECT
2001	Orman alanları	1.5783	853.9803	165.3387	0.0214
	Seyrek vejetasyon alanları	2.8941	7240.8669	127.5454	0.0303
	Tarım alanları	6.7121	91728.983	120.3151	0.0725
	Su yüzeyleri ve vejetasyonu	0.7253	14.4836	218.436	0.0736
	Yapay yüzeyler	2.9464	24730.118	230.3647	0.1339
	Açık ve yeşil alanlar	1.6009	67.0465	244.7842	0.1355
		CAI_MN	PROX_MN	ENN_MN	CONNECT
2018	Orman alanları	1.2167	1735.7177	160.5164	0.0216
	Seyrek vejetasyon alanları	2.2405	8211.6493	118.3182	0.0257
	Tarım alanları	5.5716	51074.986	137.5436	0.0543
	Su yüzeyleri ve vejetasyonu	0.9407	13.3156	253.3026	0.0707
	Yapay yüzeyler	2.5881	42290.29	177.8589	0.1054
	Açık ve yeşil alanlar	1.3159	36.4841	143.35	0.0572

**Çeşitlilik ölçümleri;** ekolojik çalışmalarda yaygın olarak kullanılmaktadır. Başlangıçta bitki ve hayvan türlerinin çeşitliliğinin ölçülmesinde kullanılan bu metrikler daha sonra peyzaj deseni ölçümlerinde de kullanılmaya başlanmıştır. Çeşitlilik metrikleri iki bileşenden etkilenir: zenginlik ve eşitlik/düzensizlik. Zenginlik, mevcut leke tiplerinin sayısını ifade ederken; düzensizlik, alanın farklı leke tiplerine dağılımını ifade eder. Zenginlik ve düzensizlik çeşitliliğin kompozisyonel ve yapısal bileşenleridir. Bazı indisler (Örn., Shannon'un çeşitlilik indeksi) eşitlikten daha çok zenginliğe ilişkin hassas sonuçlar verirler. Simpson'un çeşitlilik endeksi ise zenginlik ile ilgili

değerlendirmede daha az hassas sonuç üretebilir. Bu çeşitlilik indisleri (Çizelge 4.29) peyzaj yapısını ölçmek için peyzaj ekolojisi çalışanları tarafından çok fazla kullanılmaktadır (Romme 1982, Turner 1990). Çeşitlilik ölçümleri sınıf düzeyinde hesaplanmamakta genel peyzaj düzeyinde değerlendirilmektedir.

Çizelge 4.29 Çeşitlilik metrikleri tanımlaması

Kavramsal kategori	Kısaltma /Metrik adı	Değer aralığı	Açıklama
	PR/ Patch Richness Leke Zenginliği	$PR \geq 1$	PR, peyzaj sınırları içindeki olan farklı leke tiplerinin sayısını ifade eder.
	PRD/Patch Richness Density Leke Zenginlik Yoğunluğu	$PRD > 0$ (100 ha başına sayı)	PRD, peyzaj sınırları içindeki leke alanlarının toplamının toplam peyzaj alanına (m <sup>2</sup> ) bölünmesi ve ha a çevrilmesi ile elde edilir.
	SHEI/Shannon's evenness index Shannon Eşitlik İndisi	$0 \leq SHEI \leq 1$	Değer 0 ise peyzaj tek bir lekeden oluşuyor demektir. Ancak değer 1'e yaklaşıyorsa farklı leke tipleri arasındaki alansal dağılım oranı eşit değildir. Değer 1 olduğunda peyzajdaki farklı leke tiplerinin alansal dağılımı eşittir.
	SIDI/Simpson's diversity index Shannon Çeşitlilik İndisi	$0 \leq SIDI < 1$	Peyzajdaki leke çeşitliliğini ölçer. SIDI = 0 ise peyzajda tek bir leke SIDI=1 ise peyzajda birbirinden farklı lekeler olduğu anlamına gelir.
	MSIEI/Modified Simpson's evenness index	$0 \leq MSIEI \leq 1$	MSIEI= 0 ise peyzajda çeşitlilik yok, peyzaj tek bir lekeden oluşuyor demektir. Ancak farklı leke tipleri arasındaki alansal dağılım eşitlendiğinde MSIEI= 1 olur.
	MSIDI Modified Simpson's diversity index	$MSIDI \geq 0$	MSIDI, farklı leke tipleri (yani, yama zenginliği, PR) sayısı arttıkça artar ve alanın leke tipleri arasındaki orantılı dağılımı daha eşit hale gelir.

Leke zenginliği (*Patch richness -PR*) ve leke zenginlik yoğunluğu (*Patch richness density -PRD*) leke tiplerindeki farklılaşmayı ölçmektedir. Farklı yapısal özelliğe sahip

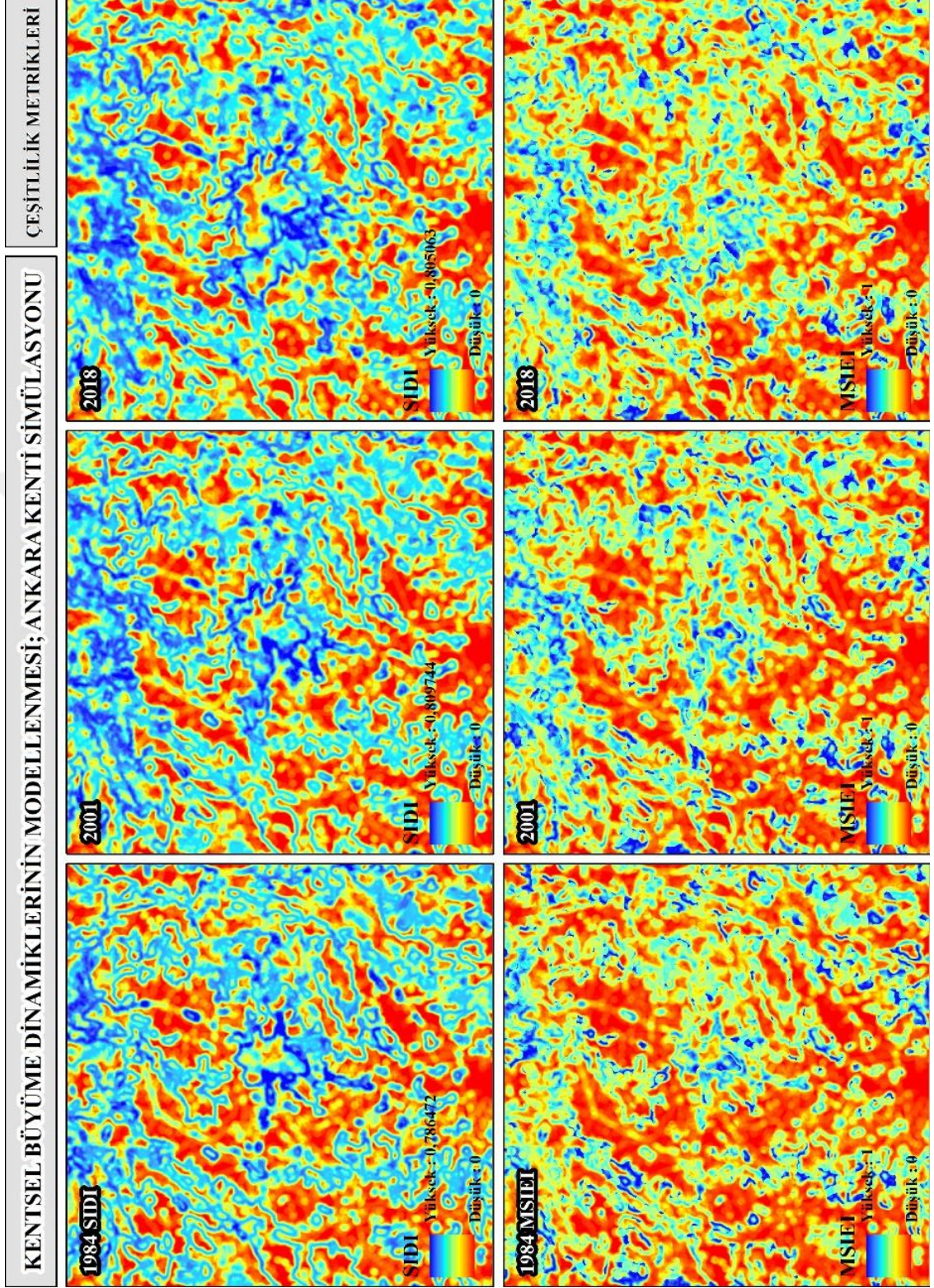
peyzajlar aynı leke zenginliğine sahip olabilirler. Bu belirli alan içinde tüm leke tiplerinin temsil edildiği anlamına gelmektedir.

Lekelerin dağılım düzgünlüğü 'evenness' olarak adlandırılmaktadır. Leke zenginliği gibi leke düzgünlüğü/eşitliği de ekolojik olarak türlerin dağılımında büyük öneme sahiptir. Düzgünlük, belirli bir leke zenginliği için mümkün olan maksimum çeşitlilik bölü çeşitliliğin gözlenen düzeyi olarak ifade edilebilir. Bu bağlamda *Shannon's evenness index*, (*SHEI*); *Simpson's evenness index*, (*SIEI*) ve *Modified Simpson's evenness index*, (*MSIEI*) hesaplanmıştır. Hangi indeks ele alınırsa alınsın, indeksler leke türleri arasında alanın dağılımının maksimum düzgünlüğünün 1984 yılında %44, 2001 yılında %49 ve 2018 yılında %53 civarında (*MSIEI*) olduğunu göstermekte (Çizelge 4.30) ve bu değerlerin ortalama içerisinde kalması nedeniyle peyzaj genelinde leke türleri arasındaki dağılımının düzensiz olduğunu göstermektedir.

Çeşitlilik (*Diversity*) indeksleri peyzaj düzeyinde leke kompozisyonunu göstermesi bakımından önemlidir. Araştırma kapsamında *Shannon's diversity index* (*SHDI*), *Shannon Çeşitlilik İndisi* (*SIDI*) ve *Modified Simpson's diversity index* (*MSIDI*) hesaplanmıştır. Bu indeksler leke zenginliğindeki farklılığı göstermektedir. Bu üç indekste yıllar içerisinde *SHDI*, *SIDI* ve *MSIDI* artış göstermiştir. Bu gösterge yıllar içerisinde leke türü sayısının arttığını ve peyzajın yapısına heterojenitenin hâkim olduğunu göstermektedir (Çizelge 4.30). Çeşitlilik indeksleri arasında *SIDI* indeksi arazi kullanım türlerine daha az duyarlı olduğundan (McGarigal vd. 2012), peyzaj genelinde çeşitliliğin temsil etmek açısından önemlidir (Şekil 4.52).

Çizelge 4.30 Çeşitlilik metrik ölçüm sonuçları (peyzaj düzeyi)

	PR	PRD	SHDI	SIDI	MSIDI	SHEI	SIEI	MSIEI
1984	6	0.0004	0.9592	0.5454	0.7883	0.5358	0.645	0.44
2001	6	0.0004	1.0776	0.5847	0.8788	0.6014	0.7017	0.4905
2018	6	0.0004	1.1748	0.6196	0.9665	0.6556	0.7435	0.5394



Şekil 4.52 Çeşitlilik metrikleri (SIDI-MSIEI)

## 4.6 Kentsel Büyümenin ve Büyüme Dinamiklerinin Modellenmesi

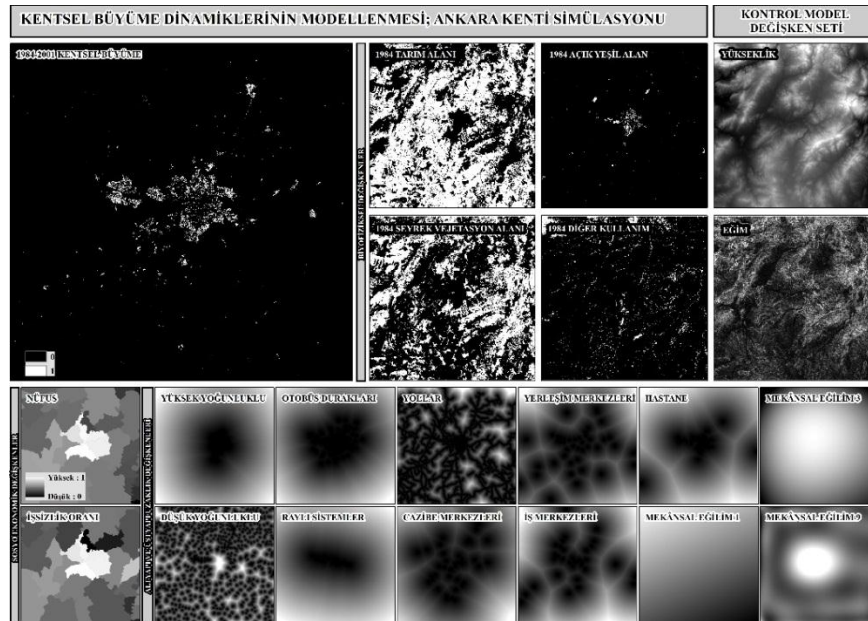
Araştırmada kentsel büyüme ve büyümeyi etkileyen değişkenler Çok Değişkenli Lojistik Regresyon Modeli (LR) kullanılarak modellenmiştir. Çalışmada kontrol ve tahmin model olmak üzere iki adet model oluşturulmuştur.

### 4.6.1 Kontrol model

Kontrol model gelecek için kestirim yapmadan önce modelin ne kadar tutarlığı olduğunu ve bağımlı değişkeni etkileyen bağımsız değişkenlerin etki oranlarının test edilerek önem derecesi düşük değişkenlerin modelden çıkarılması için uygulanan ön modelleme çalışmasıdır. Araştırmada kontrol modelin oluşturulması a) değişkenlerin dizayn edilmesi ve modelin oluşturulması, b) model tutarlılığın test edilmesi ve c) modelde kullanılan değişkenlerin bağımlı değişkeni etkileme oranlarının belirlenmesi için istatistiki testlerin yapılması aşamalarını kapsamaktadır.

a- Değişkenlerin dizayn edilmesi ve modelin oluşturulması; bu aşamada araştırmanın yöntem bölümünde aktarıldığı gibi bağımlı ve bağımsız değişkenler oluşturularak model kurulmuştur. Modelde 1984-2001 yılları için üretilen bağımlı(Y) ve bağımsız değişkenler ( $X_1, \dots, X_{20}$ ) kullanılmıştır (Şekil4.53).

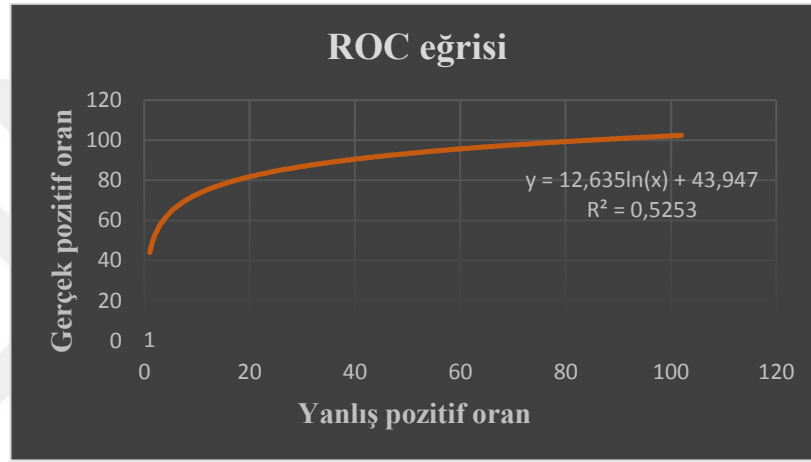
b-



Şekil 4.53 Kontrol model bağımlı ve bağımsız değişkenler (1984-2001)

c- Model tutarlılığının test edilmesi; bu aşamada LR modelin tahmin ettiği 2018 kentsel büyüme alanı sonuçlar ile gerçek kentsel büyüme alanları, doğru pozitif oran ve yanlış pozitif oran arasındaki ilişkiyi ortaya koyan İşleme Karakteristik Eğrisi (ROC) ile değerlendirilerek kontrol modelin tutarlılığı sorgulanmıştır. Buna göre kontrol model ile gerçek model arasında %92 oranında bir tutarlılık tespit edilmiştir (AUC = 0.920272) (Şekil 4.54). ROC eğrisi dışında ayrıca model tutarlılığını ölçmek için Cox & Snell R Square ve Nagelkerke R Square değerleri ölçülmüştür (Çizelge 4.31).

d-



Şekil 4.54 Kontrol model ROC eğrisi (1984-2001)

Çizelge 4.31 Model tutarlılığına ilişkin istatistik test sonuçları

Model Özeti					
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square		Nagelkerke R Square	
1	474.693665	.547		.746	
Sınıflandırma tablosu					
Gözlenen		Tahmin edilen			
		Bağımlı değişken		Doğruluk yüzdesi	
		0	1		
Step 1	Bağımlı değişken	0	13.823.352	1.065.485	92.8
		1	28.358	66.962	70.2
Toplam doğruluk					92.7



Nagelkerke R Square değeri “0.746” modelin kentsel alan kategorisini doğru tahmin gücünün %74,6 olduğunu göstermektedir. Ayrıca sınıflandırma tablosuna göre modelin kentsel alan olmayan (0) ve kentsel alan (1) kategorilerini doğru tahmin etme oranı %92,7’dir. Bu istatistiki göstergeler modelin tutarlı olduğunu ifade etmektedir. 1984-2001 yıllarını kapsayan kontrol modelin öngördüğü 2018 yılı kentsel büyüme alanları ve 2018 yılına ait gerçek kentsel büyüme alanları arasındaki ilişki incelendiğinde model sonuçları ve gerçek sonuçlar arasındaki uyumsuzluğun yaşandığı bölgelerin sıçramalı kentsel büyümenin yaşandığı alanlar olduğu belirlenmiştir. Model sonuçlarının istatistiki başarısı ve gerçek değerlerle örtüşme oranının yüksekliği (Şekil 4.55) modelin geçerliliği ve bir sonraki dönem için uygulanabilirliğini ortaya koymuştur.

e- Modelde kullanılan değişkenlerin bağımlı değişkeni etkileme oranlarının belirlenmesi; bu aşamada kontrol modelde kullanılan bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni ne oranda etkilediği, başka bir ifadeyle 1984-2001 yılları arasında kentsel büyümeyi etkileyen dinamiklerin büyümeyi ne kadar etkilediği belirlenmiştir. Kontrol modele ilişkin regresyon eşitliği aşağıda verilmiştir.

$$G_0(X) = \text{Logit}(\text{Cat } 0 \text{ v.s. Cat } 1) = 1,0263 - 1,2359(X_1) + 3,4582(X_2) - 0,3825(X_3) - 1,3144(X_4) - 1,3682(X_5) - 0,9435(X_6) - 0,6326(X_7) - 2,8908(X_8) + 2,2203(X_9) + 0,6251(X_{10}) - 1,3423(X_{11}) + 0,4254(X_{12}) + 0,5641(X_{13}) - 2,2144(X_{14}) - 2,6886(X_{15}) + 0,9895(X_{16}) - 2,5476(X_{17}) - 1,3273(X_{18}) - 0,7658(X_{19}) - 0,3328(X_{20})$$

Modelde değişkenlerin kentsel büyümeyi etkileme oranları dört grup altında incelenmiştir (Çizelge 4.32).

Kentsel büyümede birinci dereceden etkili değişkenler sırasıyla; **Tarım alanları kategorik değişkeni (X<sub>15</sub>)**, birinci dereceden etkili değişkenler grubu içerisinde kentsel büyümeyi etkileyen en önemli değişkendir. Bu gösterge, 1984-2001 yılları arasında kentsel alana en fazla geçiş yapan kategorinin tarım alanları olması bilgisi ile örtüşmektedir. **En yakın yola uzaklık sürekli değişkeni (X<sub>5</sub>)**, 1984 ve 2001 yılları arasında kentsel büyümede en etkili değişkenler arasındadır. Gösterge bu dönem içerisinde yaşanan kentsel büyümenin çoğunlukla yollara yakın gerçekleştiğini göstermektedir. 1984-2001 arasında kentsel büyümenin ortalama yola uzaklığı 600 metredir. **Nüfus yoğunluğu sürekli değişkeni (X<sub>1</sub>)**, bu grup içerisinde kentsel büyümeyi (yönünü) etkileyen üçüncü en önemli değişkendir. Bu dönemde kentin büyümesi çoğunlukla nüfusun yoğun olduğu bölgelerde gerçekleşmiştir. **Değişimin**

**mekânsal eğilimi polinomal 9 sürekli değişkeni (X<sub>18</sub>)**, bu değişken model doğruluğunu arttırmak ve modeli kalibre etmek için üretilmiştir. Değişken 1984-2001 yılları arasında tüm arazi kullanım kategorilerinden yapay yüzey alanlarına geçişi mekânsal bir polinomal yüzey olarak ifade etmekte ve bu nedenle modeldeki önem derecesi yüksek çıkmaktadır.

Çizelge 4.32 Kontrol model bağımsız değişken önem dereceleri

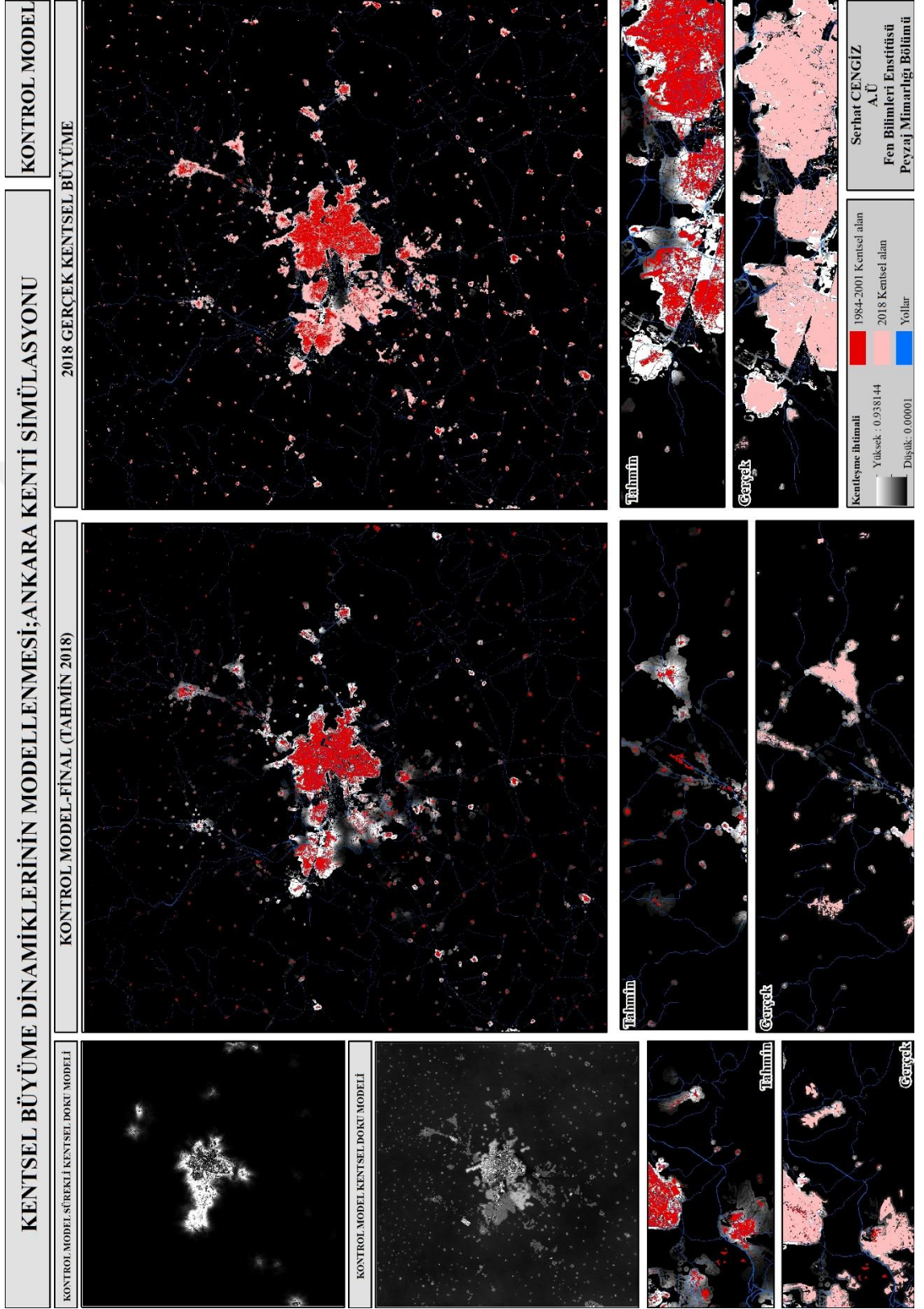
<i>Değişkenler</i>	<i>İçerik</i>	<i>Katsayı (coefficient)</i>	<i>Önem (Significant.)</i>
X <sub>1</sub>	Nüfus yoğunluğu (Kişi/km <sup>2</sup> )	-1,2359	0,012
X <sub>2</sub>	İşsizlik oranı	3,4582	0,019
X <sub>3</sub>	Yükseklik (m)	- 0,3825	0,025
X <sub>4</sub>	Eğim (%)	2,3144	0,816
X <sub>5</sub>	En yakın ana yola uzaklık (m)	-1,3682	0,011
X <sub>6</sub>	Merkezi iş alanlarına uzaklık (m)	-0,9435	0,036
X <sub>7</sub>	En yakın kentsel kümeye uzaklık (m)	-0,6326	0,017
X <sub>8</sub>	En yakın cazibe merkezine uzaklık (m)	-2,8908	0,096
X <sub>9</sub>	Raylı sistemlere uzaklık(m)	2,2203	0,647
X <sub>10</sub>	Otobüs duraklarına uzaklık (m)	0,6251	0,020
X <sub>11</sub>	Hastanelere uzaklık (m)	-1,3423	0,162
X <sub>12</sub>	Yüksek yoğunluklu yerleşime uzaklık	0,4254	0,021
X <sub>13</sub>	Düşük yoğunluklu yerleşime uzaklık	0,5641	0,457
X <sub>14</sub>	Seyrek vejetasyon alanı varlığı	-2,2144	0,016
X <sub>15</sub>	Tarım alanı varlığı	-2,6886	0,009
X <sub>16</sub>	Diğer arazi kullanımı varlığı	0,9895	0,365
X <sub>17</sub>	Açık yeşil alan varlığı	-2,5476	0,015
X <sub>18</sub>	Değişimin mekânsal eğilimi polinomal 9	-1,3273	0,013
X <sub>19</sub>	Değişimin mekânsal eğilimi polinomal 3	-0,7658	0,018
X <sub>20</sub>	Değişimin mekânsal eğilimi polinomal 1	-0,3328	0,863

Kentsel büyümede ikinci dereceden etkili değişkenler sırasıyla; **Açık yeşil alanlar kategorik değişkeni (X<sub>17</sub>)**, ikinci dereceden etkili değişkenler grubu içerisinde kentsel büyümeyi etkileyen en önemli değişkendir. Bu değişken, 1984-2001 yılları arasında kentsel alana yaklaşık olarak 39 km<sup>2</sup>'lik geçiş yaparak kentsel alana en fazla dönüşen ikinci kategoridir. **Seyrek vejetasyon alanı kategorik değişkeni (X<sub>14</sub>)**, bu değişkende açık yeşil alanlar değişkeni gibi 1984-2001 yılları arasında kentsel alana en fazla geçiş yapan kategoriler arasındadır. **En yakın kentsel kümeye uzaklık sürekli değişkeni (X<sub>7</sub>)**, 1984 ve 2001 yılları arasında kentsel büyümenin en yakın kentsel kümeye ortalama uzaklığı 388 metredir. **Değişimin mekânsal eğilimi polinomal 3 sürekli değişkeni (X<sub>19</sub>)**, bu değişken model doğruluğunu arttırmak ve modeli kalibre etmek için üretilmiş ve bu nedenle modeldeki önem derecesi yüksek çıkmaktadır. **İşsizlik oranı sürekli değişkeni (X<sub>2</sub>)**, kentsel büyüme yönünü etkileyen önemli değişkenler

arasındadır. 1984-2001 arasında işsizlik oranının yüksek olduğu bölgelerde kent daha fazla büyümüştür.

Kentsel büyümede üçüncü dereceden etkili değişkenler sırasıyla; **Otobüs duraklarına uzaklık sürekli değişkeni ( $X_{10}$ )**, 1984 ve 2001 yılları arasında kentsel büyüme alanlarının en yakın otobüs duraklarına ortalama uzaklığı 5.000 metredir. **Yüksek yoğunluklu kentsel alana uzaklık sürekli değişkeni ( $X_{10}$ )**, 1984 ve 2001 yılları arasında kentsel büyüme alanlarının yüksek yoğunluklu kentsel alana ortalama uzaklığı 10.000 metredir. **Yükseklik sürekli değişkeni ( $X_3$ )**, 1984 ve 2001 yılları arasında kentsel büyüme ortalama olarak 956 metre rakımda yayılış göstermiştir. **Merkezi iş alanlarına uzaklık sürekli değişkeni ( $X_6$ )**, 1984 ve 2001 yılları arasında kentsel büyümenin merkezi iş alanlarına ortalama uzaklığı 10.000 metredir.

Kentsel büyümede önem derecesi düşük değişkenler; **Eğitim** sürekli değişkeni, 1984-2001 arasında kentsel büyüme %0-92 eğimler arasında ortalama %9,97 eğitimde gerçekleşmiştir. Büyümenin eğitim aralığındaki dağılımı düzensizlik gösterdiğinden modelde önem derecesi düşük değişkenler arasındadır. **En yakın cazibe merkezine uzaklık** sürekli değişkeni, bu değişkene ait noktaların mevcut kentsel doku içerisinde olması nedeniyle bu bölgelerdeki büyüme 0-150 metre aralığında ölçülürken, diğer bölgelerde yaşanan kentsel büyüme ve uzaklık arasındaki dağılımın 300-75.000 metre aralığında olması nedeniyle dengesiz bir dağılıma neden olarak değişkenin önem derecesini düşürmektedir. Benzer durum **Hastanelere uzaklık** sürekli değişkeni, **Düşük yoğunluklu yerleşime uzaklık** sürekli değişkeni, **Diğer arazi kullanımı varlığı** sürekli değişkeni ve **Değişimin mekânsal eğilimi polinomal 1** sürekli değişkenleri içinde geçerlidir. Bu değişkenler kentsel büyümede etki oranları en düşük değişkenlerdir.



Şekil 4.55 Kontrol model 2018 yılı kentsel büyüme alanları

#### 4.6.2 Tahmin model (2035 kentsel büyüme)

Tahmin model gelecek için kestirimin yapıldığı nihai modeldir. Tahmin modelde 2001-2018 yılları arasındaki kentsel büyüme bağımlı değişkeni ve bu döneme ait bağımsız değişkenler kullanılarak kentsel büyümenin 2035 yılında nasıl olacağını tahmin edilmiştir. Modelin oluşturulmasında, kontrol modelin oluşturulmasındaki aşamalar izlenmiştir. **a)** değişkenlerin dizayn edilmesi ve modelin oluşturulması, **b)** model tutarlılığının test edilmesi ve **c)** modelde kullanılan değişkenlerin bağımlı değişkeni etkileme oranlarının belirlenmesi için istatistiki testlerin yapılması aşamalarını kapsamaktadır.

**a-** Değişkenlerin dizayn edilmesi ve modelin oluşturulması; bu aşamada araştırmanın yöntem bölümünde aktarıldığı gibi bağımlı ve bağımsız değişkenler oluşturularak model oluşturulmuştur. Modelde 2001-2018 yılları için üretilen bağımlı(Y) ve bağımsız değişkenler ( $X_1, \dots, X_{20}$ ) kullanılmıştır. Tahmin modelde kullanılan değişken setleri ve kontrol modelde kullanılan değişken setleri, bir önceki dönemde kentsel büyümede etki oranı düşük veya yüksek değişkenlerin, sonraki dönem içinde aynı eğilimi taşıyıp taşımadığının istatistiki olarak ortaya konulması için aynı olacak şekilde dizayn edilmiştir. Böylece her iki dönem içinde kentsel büyümeyi doğrudan etkileyen dinamikler ortaya konulmuştur.

**b-** Model tutarlılığının test edilmesi; bu aşamada LR modelin tutarlılığını ölçmek için Cox & Snell R Square ve Nagelkerke R Square değerleri ölçülmüştür (Çizelge 4.33). Nagelkerke R Square değeri “0,628” modelin kentsel alan kategorisini doğru tahmin gücünün %62,8 olduğunu göstermektedir. Ayrıca sınıflandırma tablosuna göre modelin kentsel alan olmayan (0) ve kentsel alan (1) kategorilerini doğru tahmin etme oranı %91,4'dir. Bu istatistiki göstergeler modelin tutarlı olduğunu ancak kontrol modelden daha az tutarlı olduğunu göstermektedir. Bu durumun en önemli nedeni 2001-2018 yılları arasında kentsel büyümede sıçramalı büyüme eğiliminin bir önceki döneme göre daha yoğun gerçekleşmiş olmasıdır. Modelin istatistiki olarak geçerli doğruluk oranına sahip olması Ankara kenti için 2035 yılında kentin nasıl büyüyeceği noktasında geçerli bir fikir oluşmasına olanak tanımıştır (Şekil 4.56).

Çizelge 4.33 Model tutarlığına ilişkin istatistiki test sonuçları (tahmin model 2035)

Model Özeti					
Step	-2 Log likelihood	Cox & Snell R Square		Nagelkerke R Square	
1	1.024,693665	,532		,628	
Sınıflandırma tablosu					
Gözlenen		Tahmin edilen			
		Bağımlı değişken		Doğruluk yüzdesi	
		0	1		
Step 1	Bağımlı değişken	0	13.523.826	59.487	91,7
		1	66.769	171.693	72,0
Toplam doğruluk					91,4

c- Modelde kullanılan değişkenlerin bağımlı değişkeni etkileme oranlarının belirlenmesi; bu aşamada tahmin modelde kullanılan değişkenlerin bağımlı değişkeni ne oranda etkilediği, başka bir ifadeyle 2001-2018 yılları arasında kentsel büyümeyi etkileyen dinamiklerin büyümeyi ne kadar etkilediği belirlenmiştir. Tahmin modele ilişkin regresyon eşitliği aşağıda verilmiştir.

$$G_0(X) = \text{Logit}(\text{Cat } 0 \text{ v.s. Cat } 1) = 1,0916 - 0,9219(X_1) + 8,0426(X_2) + 1,0676(X_3) + 5,3282(X_4) - 1,2531(X_5) - 0,9775(X_6) - 0,9478(X_7) - 2,5108(X_8) + 1,1713(X_9) + 0,3512(X_{10}) - 1,5520(X_{11}) + 0,3941(X_{12}) + 0,8832(X_{13}) - 2,1805(X_{14}) - 2,3558(X_{15}) - 1,5503(X_{16}) - 1,4466(X_{17}) - 1,2879(X_{18}) - 1,4568(X_{19}) - 0,4568(X_{20})$$

Modelde değişkenlerin kentsel büyümeyi etkileme oranları dört grup altında incelenmiştir (Çizelge 4.34).

Kentsel büyümede birinci dereceden etkili değişkenler sırasıyla; **Tarım alanları kategorik değişkeni (X<sub>15</sub>)**, birinci dereceden etkili değişkenler grubu içerisinde kentsel büyümeyi etkileyen en önemli değişkendir. Bu gösterge, bir önceki dönemde olduğu gibi 2001-2018 yılları arasında da kentsel alana en fazla geçiş yapan kategorinin tarım alanları olması nedeniyle en önemli değişkendir. **Açık yeşil alanlar kategorik değişkeni (X<sub>17</sub>)**, bu değişken kontrol modelde ikinci dereceden etkili değişkenler kategorisindeyken tahmin modelde kentsel büyüme yönünü etkileyen en önemli ikinci değişken durumundadır. Bu durum 2001-2018 yılları arasında kentsel alan kategorisine

geçişte açık yeşil alanların önemli bir paya sahip olması verisi ile örtüşmektedir. **En yakın kentsel kümeye uzaklık sürekli değişkeni (X<sub>7</sub>)**, Bir önceki modelde ikincil etkiye sahip değişkenler arasındayken 2001-2018 döneminde birincil etkiye sahip değişkenler arasına girmiştir. Değişimin mekânsal eğilimi polinomal 1 sürekli değişkeni bir önceki modelde etki oranı düşük değişkenler arasında iken en önemli değişkenler arasına girmiştir. Bu değişkenin önem derecesinin artmasındaki en önemli sebep 1984-2001 döneminde kentleşme eğilimini güneydoğu-kuzeybatı yönündeki gösterirken 2001-2018 döneminde kentleşme eğilimini kuzeydoğu-güneybatı (Ankara'nın gelişme yönü) yönünde göstermiş olmasıdır. **Değişimin mekânsal eğilimi polinomal 9 sürekli değişkeni (X<sub>18</sub>)**, değişkenin önem derecesinde herhangi bir değişim gözlenmemiştir.

Çizelge 4.34 Bağımsız değişken önem dereceleri (Tahmin model)

<i>Değişkenler</i>	<i>İçerik</i>	<i>Katsayı (coefficient)</i>	<i>Önem (Significant.)</i>
X <sub>1</sub>	Nüfus yoğunluğu (Kişi/km <sup>2</sup> )	-0,9219	0,017
X <sub>2</sub>	İşsizlik oranı	8,0426	0,021
X <sub>3</sub>	Yükseklik (m)	1,0676	0,030
X <sub>4</sub>	Eğim (%)	5,3282	0,542
X <sub>5</sub>	En yakın ana yola uzaklık (m)	-1,2531	0,019
X <sub>6</sub>	Merkezi iş alanlarına uzaklık (m)	-0,9775	0,027
X <sub>7</sub>	En yakın kentsel kümeye uzaklık (m)	-0,9478	0,009
X <sub>8</sub>	En yakın cazibe merkezine uzaklık (m)	-2,5108	0,053
X <sub>9</sub>	Raylı sistemlere uzaklık(m)	1,1713	0,725
X <sub>10</sub>	Otobüs duraklarına uzaklık (m)	0,3512	0,023
X <sub>11</sub>	Hastanelere uzaklık (m)	-1,5520	0,198
X <sub>12</sub>	Yüksek yoğunluklu yerleşime uzaklık	0,3941	0,029
X <sub>13</sub>	Düşük yoğunluklu yerleşime uzaklık	0,8832	0,132
X <sub>14</sub>	Seyrek vejetasyon alanı varlığı	-2,1805	0,018
X <sub>15</sub>	Tarım alanı varlığı	-2,3558	0,007
X <sub>16</sub>	Diğer arazi kullanımı varlığı	-1,5503	0,678
X <sub>17</sub>	Açık yeşil alan varlığı	-1,4466	0,009
X <sub>18</sub>	Değişimin mekânsal eğilimi polinomal 9	-1,2879	0,013
X <sub>19</sub>	Değişimin mekânsal eğilimi polinomal 3	-1,4568	0,019
X <sub>20</sub>	Değişimin mekânsal eğilimi polinomal 1	- 0,4568	0,011

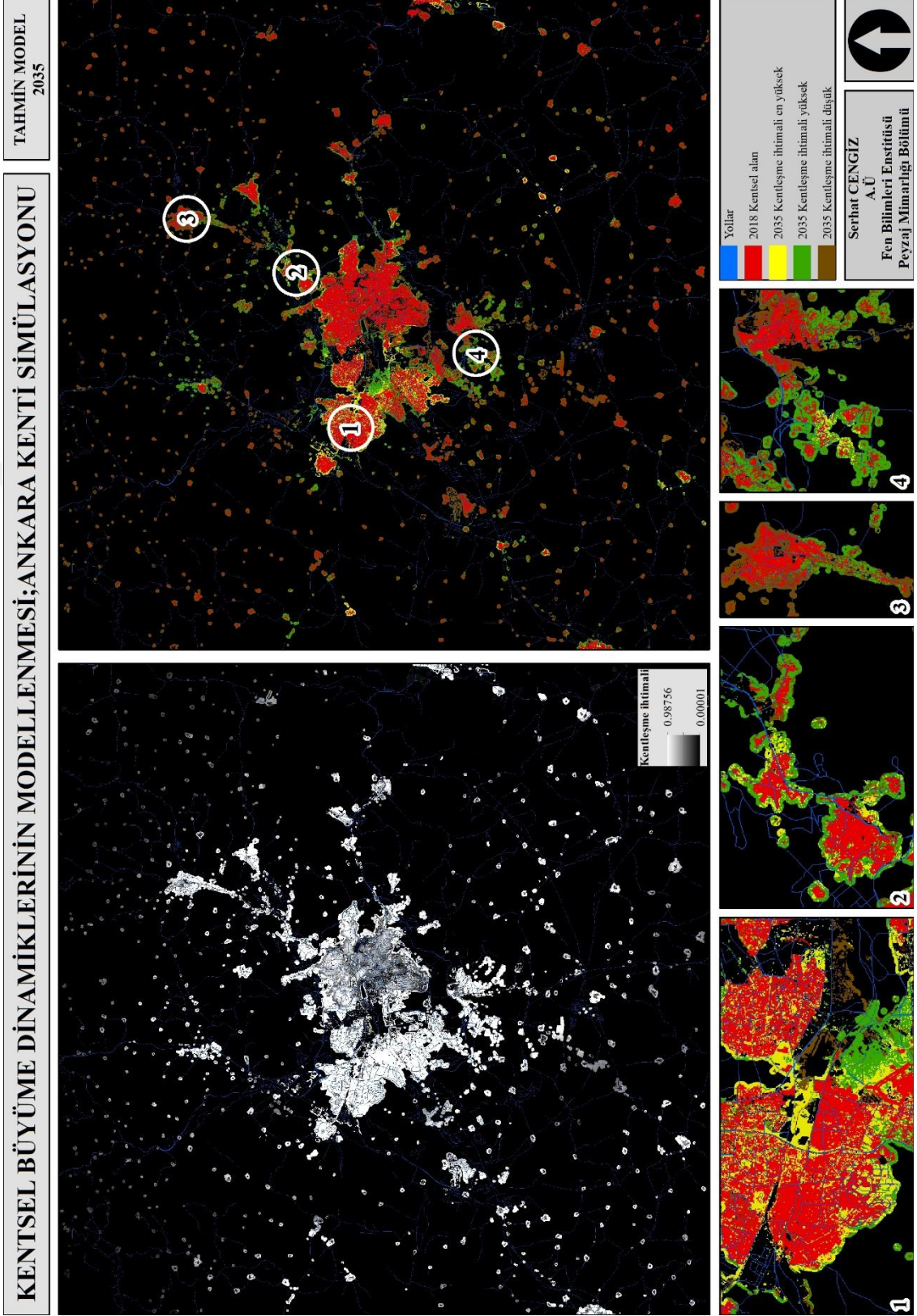
Kentsel büyümede ikinci dereceden etkili değişkenler sırasıyla; **Nüfus yoğunluğu sürekli değişkeni (X<sub>1</sub>)**, değişken bir önceki dönem için (1984-2001) kentsel büyümeyi yönlendiren birincil etki grubu içerisindeyken 2001-2018 döneminde ikincil etki grubu içerisinde yer almıştır. Bu durumun en önemli sebebi kentin ikinci dönemde nüfus yoğunluğu görece daha düşük alanlara yönelmesidir (Polatlı istikameti). **Seyrek vejetasyon alanı kategorik değişkeni (X<sub>14</sub>)**, bir önceki dönem ile aynı etki oranına

sahiptir. 2001-2018 yılları arasında kentsel alana en fazla geçiş yapan üçüncü kategoridir. **En yakın yola uzaklık sürekli değişkeni (X<sub>5</sub>)**, bir önceki dönemde etki derecesi en yüksek değişkenler arasındayken 2001-2018 yılları arasında kentsel büyümeyi yönlendiren ikinci grup değişkenler arasında yer almıştır. Bu durum 1984-2001 döneminde yollar kategorisindeki büyüme eğiliminin, bir sonraki dönemde yavaşlaması ile açıklanabilir (detaylı bilgiye Şekil 4.14'den ulaşılabilir). **Değişimin mekânsal eğilimi polinomal 3 sürekli değişkeni (X<sub>19</sub>)**, bu değişkenin önem derecesi bir önceki dönem ile benzerlik göstermektedir.

Kentsel büyümede üçüncü dereceden etkili değişkenler sırasıyla; **İşsizlik oranı sürekli değişkeni (X<sub>2</sub>)**, bir önceki dönemde kentsel büyüme yönünü etkileme oranı 2001-2018 döneminde bir miktar azalmıştır. **Otobüs duraklarına uzaklık sürekli değişkeni (X<sub>10</sub>)**, bir önceki dönemde sahip olduğu etki oranına benzer bir etki oranına sahiptir. **Merkezi iş alanlarına uzaklık sürekli değişkeni (X<sub>6</sub>)**, kentsel büyümeyi yönlendirme etki oranı bir miktar artmakla birlikte bir önceki dönemde olduğu gibi üçüncü etki grubu içerisinde bulunmaktadır. **Yüksek yoğunluklu kentsel alana uzaklık sürekli değişkeni (X<sub>10</sub>)**, bir önceki dönemle benzer etki oranına sahiptir. **Yükseklik sürekli değişkeni (X<sub>3</sub>)**, kentsel büyümeyi etkileme oranı bir miktar azalmasına karşın bir önceki dönemle aynı etki grubu içindedir.

Kentsel büyümede önem derecesi düşük değişkenler; **Eğitim** sürekli değişkeninin kentsel büyümeyi etkileme oranı düşük olmasına karşın bir önceki döneme göre kentin büyümesini etkileme oranında bir miktar artış yaşanmıştır. **En yakın cazibe merkezine uzaklık** sürekli değişkeni, bir önceki döneme benzer bir etki oranına sahiptir. Benzer durum **Hastanelere uzaklık** sürekli değişkeni, **Düşük yoğunluklu yerleşime uzaklık** sürekli değişkeni, **Diğer arazi kullanımı varlığı** sürekli değişkeni ve **Değişimin mekânsal eğilimi polinomal 1** sürekli değişkenleri içinde geçerlidir. Bu değişkenler kentsel büyümede etki oranları en düşük değişkenlerdir.





Şekil 4.56 Tahmin model 2035 yılı Ankara kentsel büyüme alanları

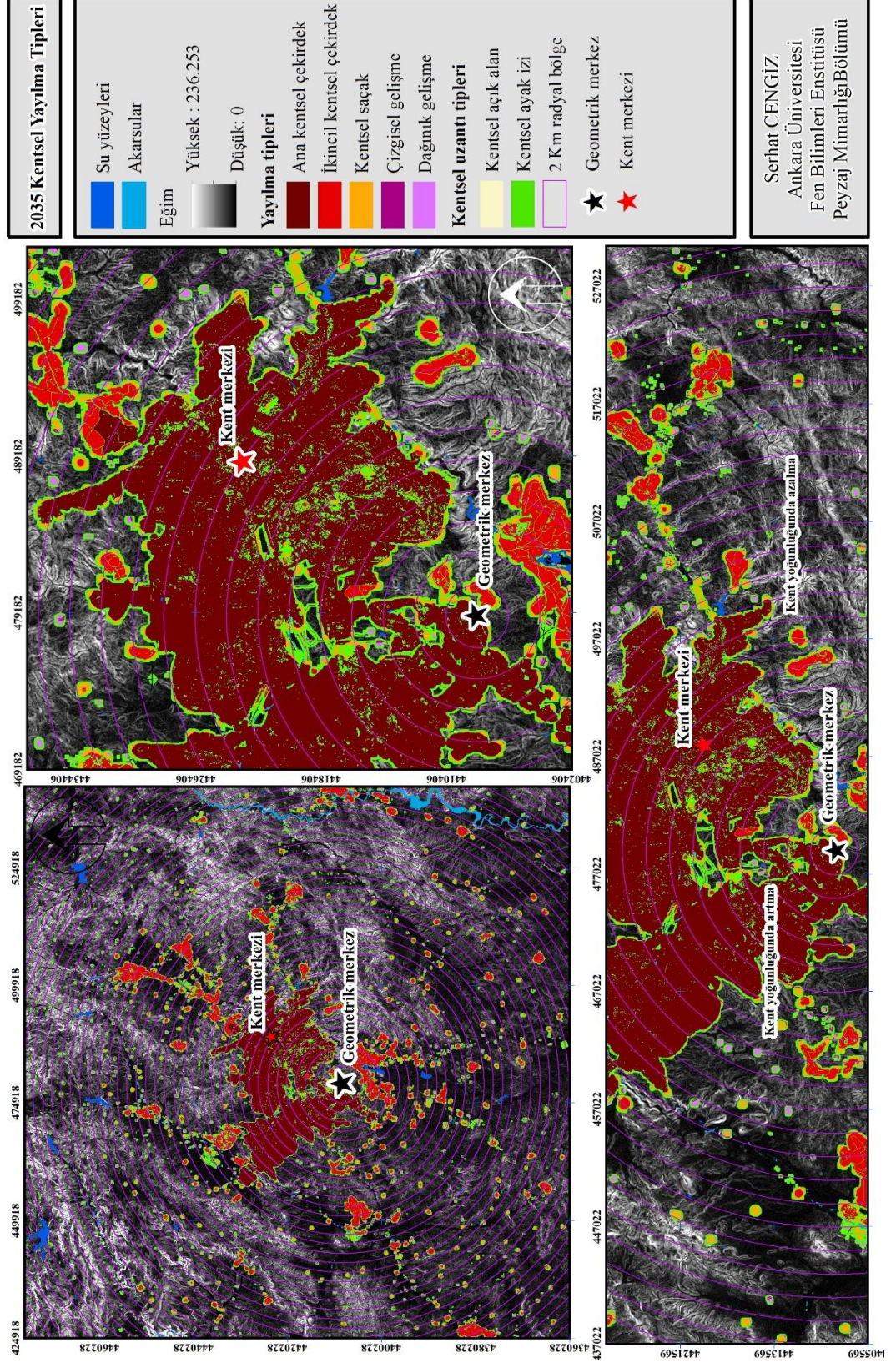
Ankara 2035 kentsel büyüme simülasyon sonuçları incelendiğinde 2018 yılındaki ana kentsel çekirdek ile kentin batısındaki (Sincan) ve güneyinde (Gölbaşı) yer alan ikincil kentsel çekirdeklerin ortalarında üniversiteler bölgesi (Hacettepe Üniversitesi Beytepe Kampüsü ve Ortadoğu Teknik Üniversitesi Kampüsü) kalacak şekilde yay biçiminde birleşme eğilimine girdiği tespit edilmiştir. Ana kentsel çekirdeğin kuzey ve kuzey doğusunda ise yol akslarını izleyerek yayılmalı bir gelişim yaşanarak Pursaklar, Akyurt ve Çubuk ilçelerinin bağlanacağı bir gelişim eğilimine girdiği tespit edilmiştir. Ayrıca sonuçlar kırsal nitelikli dağınık yerleşim dokusunun çoğunlukla kent merkezinin güney ve batı aksında yaşanacağı göstermektedir.

**2035 yayılma metrikleri;** Kentsel büyüme simülasyon sonucuna göre 2035 yılında kentsel alanlar bir önceki döneme göre 1,78 kat artarak 1.053,43 km<sup>2</sup>'ye ulaşacaktır. 2018-2035 yılları arasındaki kentsel büyüme hızı 2001 ve 2018 yılları arasındaki büyüme hızı (1,83) neredeyse eşit şekilde gerçekleşeceği görülmektedir. Simülasyon sonuçlarına göre 2035 yılında ana kentsel çekirdeğin tüm kentsel alanın %44'ü seviyesine ulaşacağı görülmektedir (Çizelge 4.35). Bu durum 2018 yılındaki ana kentsel çekirdeğin tüm kentsel alanı oranı ile birlikte değerlendirildiğinde 2018 yılında ana kentsel çekirdeğin dışındaki bölgelerin 2035 yılında ana kentsel çekirdekle birleşeceğini göstermektedir. 2035 yılında kentsel saçakların 176 km<sup>2</sup> seviyesine ulaşacağı ve tüm kentsel alan içerisindeki oranının bir önceki dönem ile benzer şekilde %16,7 seviyesinde olacağı görülmektedir (Şekil 4.57).

Çizelge 4.35 2035 yılı kentsel yayılma metrik ölçüm sonuçları

Kentsel yayılma tipleri	1984 Alan (Km <sup>2</sup> )	1984 (%)	2001 Alan (Km2)	2001 (%)	2018 Alan (Km2)	2018 (%)	2035 Alan (Km2)	2035 (%)
Ana kentsel çekirdek	108,90	55,22	147,42	45,79	200,04	33,81	471,68	44,77
İkincil kentsel çekirdek	8,57	4,35	40,79	12,67	173,95	29,40	308,01	29,23
Kentsel saçak	25,13	12,74	50,72	15,75	100,48	16,98	176,18	16,72
Çizgisel gelişme	8,71	4,42	21,93	6,81	36,62	6,19	18,82	1,78
Dağınık gelişme	45,89	23,27	61,11	18,98	80,58	13,62	78,71	7,47
Kentsel alan toplamı	<b>197,21</b>	100,00	<b>321,98</b>	100,00	<b>591,67</b>	100,00	<b>1053,43</b>	100

## KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



Şekil 4.57 2035 yılı kentsel yayılma tiplerinin ve kentsel uzantının ölçülmesi

**2035 kentsel uzantı metrikleri;** Simülasyon sonuçlarına göre 2035 yılında kentsel açık alanlar 71,8 km<sup>2</sup>, kuşaklayan açık alanlar 577,51 km<sup>2</sup> ve kentsel ayak izi 1702,75 km<sup>2</sup>'ye ulaşacaktır. Bu göstergeler 2035 yılında kentsel etki alanının artarak tüm peyzajın %12,5'una (1702/13485 km<sup>2</sup>) ulaştığını ifade etmektedir (Çizelge 4.36).

Çizelge 4.36 2035 yılı kentsel uzantı metrik ölçüm sonuçları

Kentsel uzantı tipleri	1984		2001		2018		2035	
	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran (%)	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran (%)	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran (%)	Alan (Km <sup>2</sup> )	Oran (%)
<b>Kentsel alan toplamı</b>	197,21	44,44	321,98	45,97	591,67	50,98	1053,43	61,8
<b>Kentsel açık alan</b>	54,22	12,22	60,75	8,67	52,88	4,56	71,81	4,2
<b>Kuşaklayan açık alan</b>	192,35	43,34	317,68	45,36	516,07	44,46	577,51	33,9
<b>Kentsel ayak izi</b>	443,78	100,00	700,41	100,00	1160,62	100,00	1702,75	100

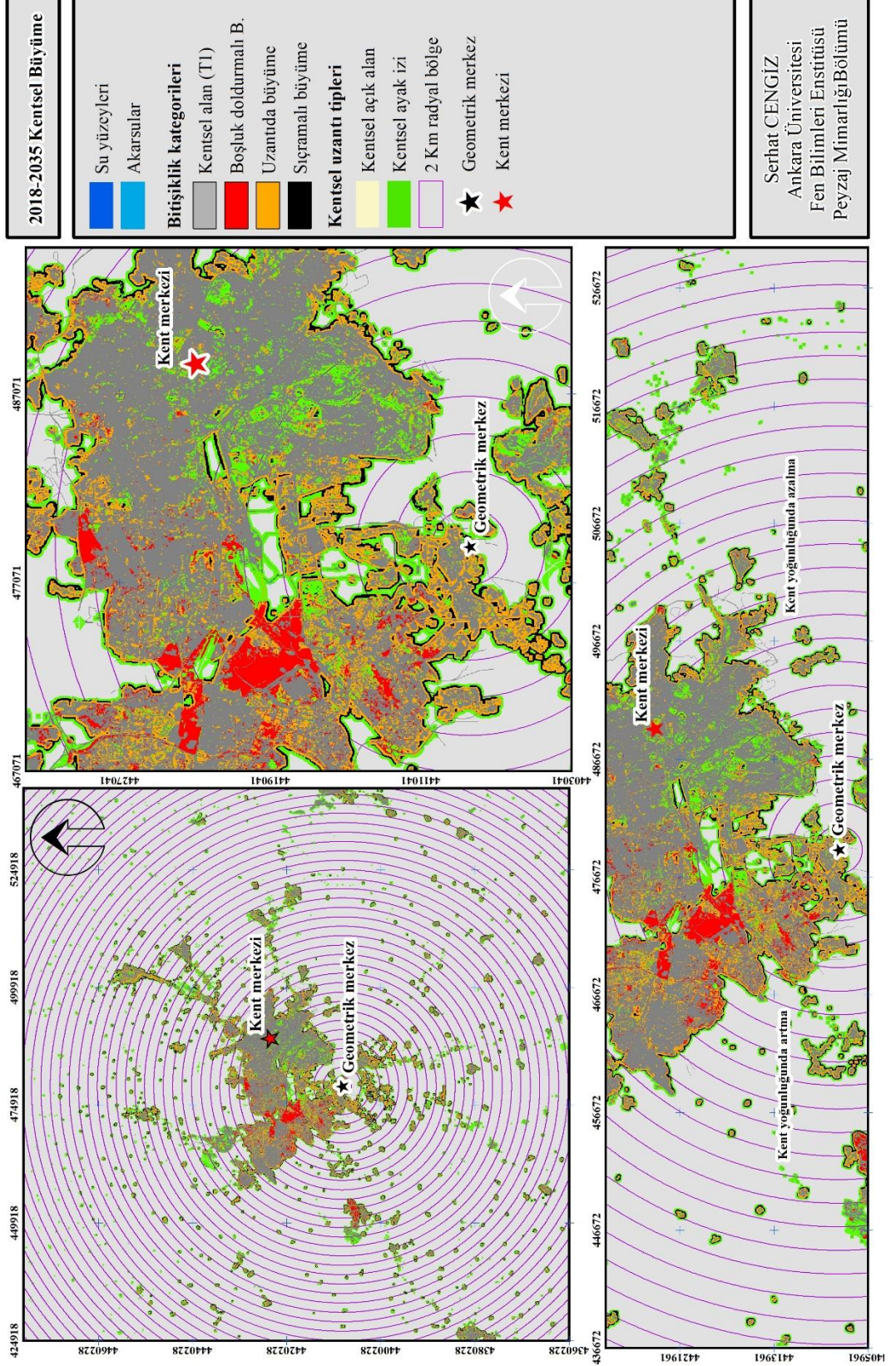
**Kentin geometrik merkez değişiminin ölçülmesi;** 2035 yılı simülasyon sonuçlarına göre kentin geometrik merkezinin bir önceki döneme göre 8,3 km güneye (İncek bölgesine) doğru kayacağı tespit edilmiştir.

**Yakınlık-açıklık metrikleri;** bu metrik grubunun incelenmesinde 2018-2035 yılları arasında kentin nasıl büyüdüğüne ilişkin bilgiler ortaya konulmuştur. Bu dönemde toplam kentsel büyümenin %9,13 boşluk doldurmalı, %47,11 uzantıda büyüme, %43,75 sıçramalı büyüme biçiminde olmuştur (Çizelge 4.37). Bu göstergeler bir önceki dönem ile karşılaştırıldığında sıçramalı ve boşluk doldurmalı kentsel büyüme eğiliminin azaldığı uzantıda büyüme eğiliminin arttığı tespit edilmiştir (Şekil 4.58).

Çizelge 4.37 2035 yılı yakınlık-açıklık metrik ölçüm sonuçları

Kentsel büyüme	1984-2001 Kentsel büyüme	1984-2001 (%)	2001-2018 Kentsel büyüme	2001-2018 (%)	2018-2035 Kentsel büyüme	2018-2035 (%)
Boşluk doldurmalı büyüme	23,03	14,68	32,72	10,43	42,17	9,13
Uzantıda büyüme	39,87	25,42	99,54	31,74	217,56	47,11
Sıçramalı büyüme	93,96	59,90	181,35	57,83	202,03	43,75
<b>Toplam büyüme</b>	<b>156,87</b>	100,00	<b>313,61</b>	100,00	461,76	100,00

# KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



Şekil 4.58 2018-2035 dönemi kentsel büyüme

## 4.7 Peyzaj Desen Değişiminin Modellenmesi

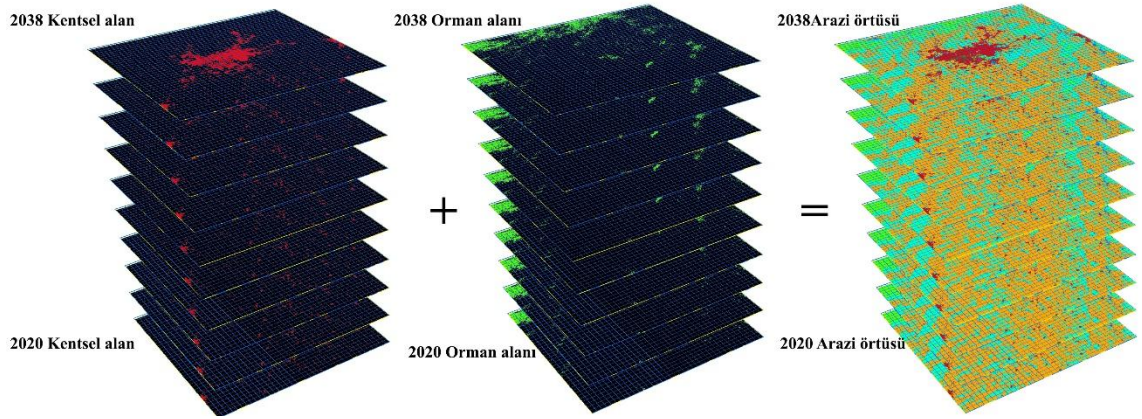
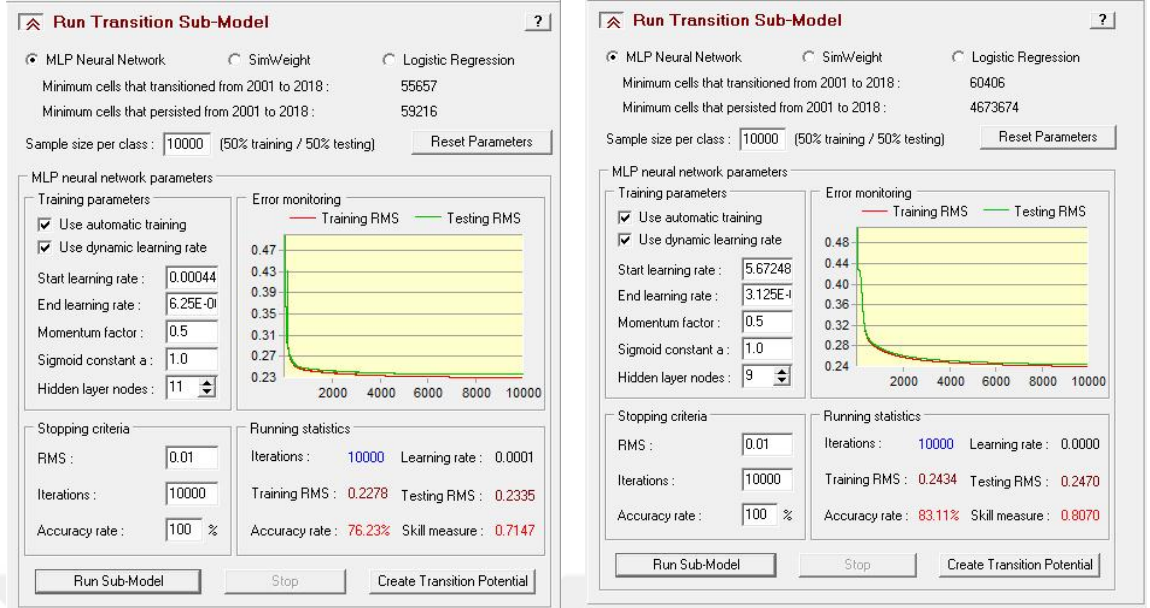
Bu aşamada kentsel büyümenin neden olduğu peyzaj desen değişimi modellenerek bu değişimin peyzaj süreçleri üzerindeki etkisi incelenmiştir.

### 4.7.1 Peyzaj desen değişim modeli

Markov tabanlı Çok Katmanlı Yapay Sinir Ağları (**ÇKYSA**) tekniği ile önceki bölümlerde aktarılan 1984, 2001 ve 2018 geçiş matrisleri ve kentsel büyümede etkili olan değişken setleri kullanılarak oluşturulmuştur. Model peyzaj desen değişimini kentsel büyüme ve orman alan gelişimine göre (su yüzeyleri ve açık yeşil alanlar sabit, diğer kategoriler negatif eğilim) 2020 yılından başlayarak 2038 yılına kadar 2 sene aralıklarla simüle etmiştir. Peyzaj desen değişim modeli iki aşamada oluşturulmuştur.

**a- Değişkenler ve model arasında uyum,** modelde kullanılacak değişkenlerin kentsel alan ve orman alanları kategorileri için ayrı ayrı yeniden dizayn edilerek model için uygun aktivasyon formülü ile standartlaştırılması sonucunda gerçekleştirilmiştir.

**b- Model ayarları,** ÇKYSA ara yüzünde gizli katman nöron sayısı, iterasyon sayısı, örneklem büyüklüğü ve momentum faktörünün ayarlanması ile kentsel alanlar ve orman alanları için birbirinden farklı şekilde oluşturulmuştur. Model ayarları yapılırken örneklem büyüklüğü çalışma alanı büyüklüğünün %10'u (1.498.415 piksel) karşılık gelecek şekilde ayarlanmış ve modeldeki diğer ayarlar %75'in üzerinde tutarlılık oranı sağlanıncaya kadar değiştirilmiştir. Peyzaj desen değişim modeli kentsel alanların simülasyonunda %76,23 ve orman alanlarının simülasyonunda %83,11 doğruluk oranına sahiptir.



Şekil 4.59 2038 Peyzaj Desen Değişim Modeli ÇKYSA ara yüzü

Peyzaj desen değişim modeli sonuçlarına göre yapay yüzeyler kategorisi 2018 yılından 2038 yılına %44,3 büyüyerek 778,6 km<sup>2</sup>'den 1124 km<sup>2</sup>'ye ulaşacaktır. Bu kategorinin yıllık artış miktarı ortalama olarak 17,26 km<sup>2</sup>'dir (Yapay yüzeyler kategorisi 2001-2018 yılları arasındaki dönemde yıllık ortalama olarak 17,89 km<sup>2</sup> artış yaşamıştır). 2018 - 2038 dönemleri arasında Tarım alanları %4,67 küçülerek 6830 km<sup>2</sup>'den 6510 km<sup>2</sup>'ye gerileyeceği ve ayrıca bu kategorinin 2022 yılından peyzaj genelindeki temsil oranının %50'nin altına düşeceği model tarafından öngörülmüştür (Çizelge 4.38). Aynı dönemde seyrek vejetasyon alanları ise %6,62 küçülerek 4511 km<sup>2</sup>'den 4212 km<sup>2</sup>'ye gerilemiştir. Bu kategori en çok alansal kaybı orman alanlarına gerçekleştirmiştir (Şekil 4.60).

Çizelge 4.38 2035 Peyzaj desen değişim modeli arazi örtüsü değişimi sonuçları

	1.Yapay yüzeyler	2.Açık ve yeşil	3.Tarım alanları	4.Seyrek vejetasyon	5.Orman alanları	6.Su yüzeyleri	Toplam
1984	255,29	107,85	7588,76	4913,06	488,20	132,57	13485,74
2001	474,51	131,28	7291,22	4490,86	971,06	126,81	13485,74
2018	778,68	204,06	6830,49	4511,78	1021,16	139,57	13485,74
2020	788,50	216,69	6810,67	4470,71	1059,57	139,57	13485,74
2022	826,96	215,94	6775,84	4440,03	1087,37	139,57	13485,74
2024	865,60	215,01	6741,00	4409,81	1114,72	139,57	13485,74
2026	903,73	214,14	6706,85	4380,93	1140,49	139,57	13485,74
2028	941,23	213,21	6672,70	4352,53	1166,47	139,57	13485,74
2030	977,77	212,12	6639,91	4325,04	1191,30	139,57	13485,74
2032	1015,49	210,98	6605,76	4297,59	1216,32	139,57	13485,74
2034	1052,06	209,85	6572,97	4271,08	1240,18	139,57	13485,74
2036	1088,03	206,13	6543,61	4236,97	1271,41	139,57	13485,74
2038	1124,00	205,60	6510,85	4212,76	1292,94	139,57	13485,74

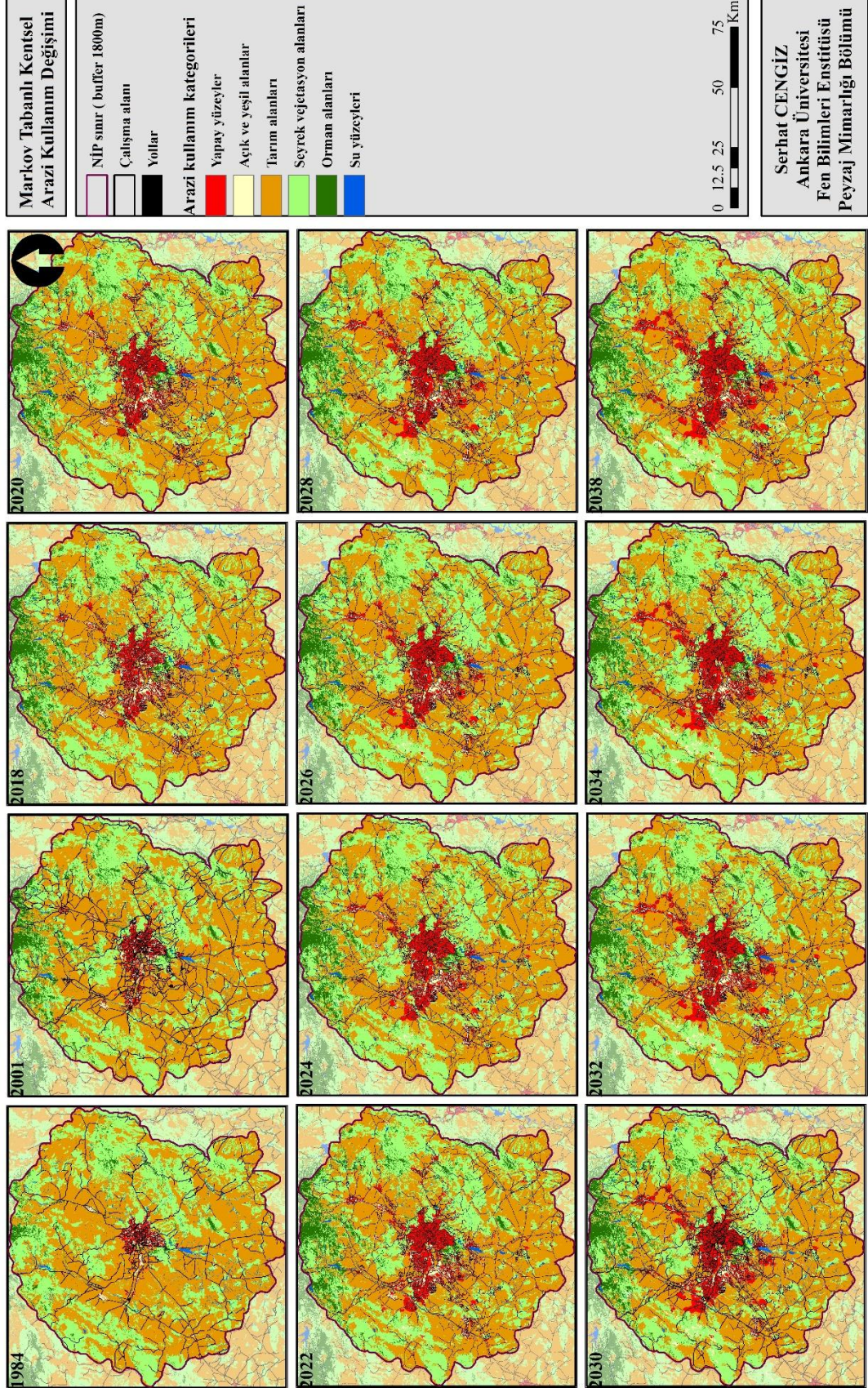
2018-2038 yılları arasında orman alanları kategorisi %26 büyüyerek 1021 km<sup>2</sup>'den 1292 km<sup>2</sup>'ye ulaşacaktır. Bu kategorinin yıllık artış miktarı ortalama olarak 13,5 km<sup>2</sup> seviyesinde gerçekleşecektir.

Peyzaj desen değişim modelinde 1984'den 2001'e geçişte Çamlıdere barajı ve 2001'den 2018'e geçişte Doğanözü ve Koyunbaba barajı gibi büyük su kütlelerinin birden ortaya çıkması nedeniyle su yüzeyleri ve vejetasyonu daimî/değişmeyen kategori olarak modelde kullanılmıştır. Benzer sebeplerden ötürü açık yeşil alanlar kategorisinin modeldeki etki oranı minimize edilmiştir.

Simülasyon sonuçları incelendiğinde kentin yayılımının tarım alanları üzerinde gerçekleşeceği ve kentin etki alanının (ayak izinin) kuzeydoğu-güneybatı istikametinde gelişerek tüm peyzaj alanın yaklaşık %23'üne (3100/13485 km<sup>2</sup>) ulaşacağı görülmektedir. Tarım alanlarında önceki dönemde yaşanan parçalanma eğiliminin devam edeceği ve kent merkezinin güneybatısının (İncek bölgesi ve Gölbaşı arasındaki yay) tarımsal niteliğinin yok olacağı tespit edilmiştir. Seyrek vejetasyon alanları kategorisi ise 2018-2038 yılları arasında yaşadığı alansal kaybın yaklaşık %75'ni çayır ve mera alanlarından gerçekleştirmiştir. Bu gösterge önceki dönemlerde seyrek alanlar vejetasyonu kategorisinde yaşanan dönüşeme benzer şekilde orman alanları ile komşu çayır ve mera alanları üzerinde gerçekleşecektir.



# KENTSEL BÜYÜME DİNAMİKLERİNİN MODELLENMESİ; ANKARA KENTİ SİMÜLASYONU



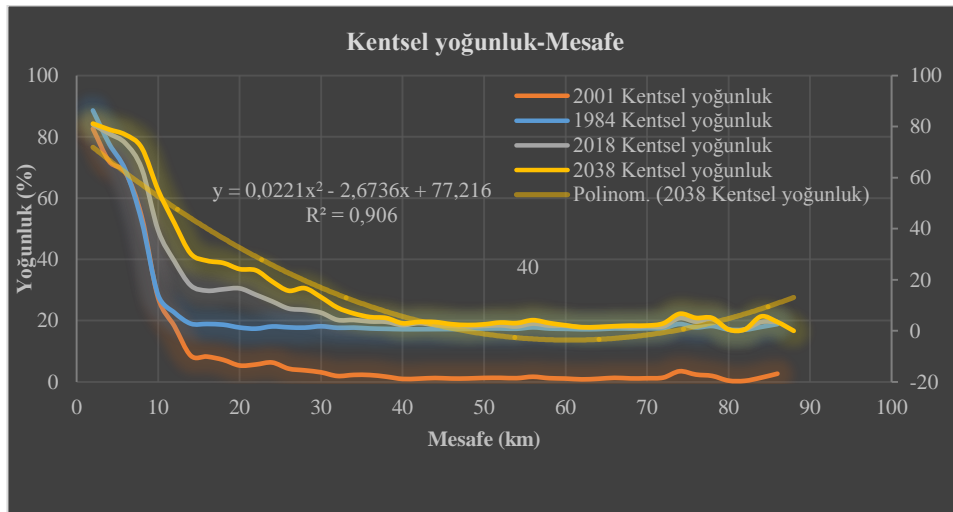
Şekil 4.60 2038 Peyzaj desen değişim simülasyonu (1984-2038)

#### 4.7.2 Simülasyon sonuçlarına ilişkin desen değişim ölçümleri

Bu başlık altında 2038 yılı arazi kullanımı /örtüsü simülasyon sonuçları üzerinden yoğunluk/mesafe ve peyzaj metrik ölçümleri yapılarak mevcut eğilimin devam etmesi durumunda peyzajın nasıl, ne kadar ve ne yönde etkileneceğine ilişkin yargılar oluşturulmuştur.

**2038 yılı arazi örtüsü değişimi yoğunluk-mesafe ilişkisi;** kent merkezinden kentsel çeper ve kırsal alanlara doğru desen değişiminin nasıl ne kadar ve ne yönde olduğunu ortaya koymak için kent merkezine göre 2 km aralıklarla eş çemberlere bölünmüş alanlardaki arazi kullanım yoğunluğu hesaplanmıştır. Söz konusu ilişkinin daha net bir şekilde ortaya konulması için geçmiş (1984-2001), şimdiki zaman (2018) ve gelecek zamana (2038) ait arazi kullanımı/örtüsü verileri birlikte değerlendirilmiştir.

**Kentsel yoğunluk ve kent merkezine uzaklığın zamansal değişimi** irdelendiğinde, 10. km’de kentsel yoğunluk 1984 yılında %13,9 seviyesinde iken; 2001 yılında %27,4 seviyesine, 2018 yılında %39,3 seviyesine ve 2038 yılında %55,1 seviyesine ulaşmıştır. 30. kilometrede 1984 yılında 6,5 km<sup>2</sup>, 2001 yılında 11,36 km<sup>2</sup>, 2018 yılında 25,8 km<sup>2</sup> olan kentsel alan 2038 yılında yaklaşık 2 kat artarak 48 km<sup>2</sup> ulaşmıştır (Çizelge 4.39). Bu göstergeler yıllar içerisinde kentsel alanın merkezden çepere etki alanını genişlettiğini ve 2038 yılında kentin etki alanının 40. km’ye kadar çıktığını göstermektedir (Şekil 4.61).



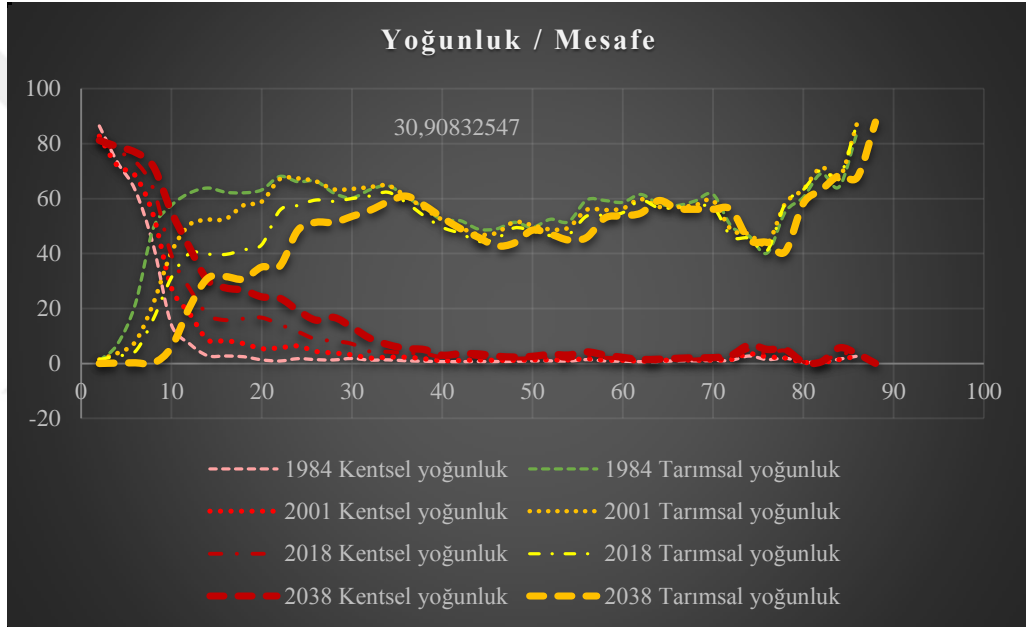
Şekil 4.61 Kentsel yoğunluk mesafe ilişkisi grafiği

Grafiğin büküm noktaları incelendiğinde yıllar içerisinde kentsel yoğun bölgelerin merkezden giderek daha uzaklaştığı görülmekte ve merkeze 40 km ve daha uzaktaki bölgelerde kentsel yoğunluğun hemen hiç değişmediği görülmektedir.

Çizelge 4.39 2038 yılı arazi kullanım kategorileri yoğunluğu mesafe ilişkisi

		Yoğunluk %						Yoğunluk %			
GMU (Km)		1984	2001	2018	2038	GMU (Km)		1984	2001	2018	2038
1.Yapay yüzeyler	10	13,99	27,45	39,37	55,11	3.Tarım alanları	10	49,28	21,92	16,20	5,88
	20	1,29	5,35	16,64	24,18		20	62,06	57,55	41,30	35,06
	30	1,79	3,12	7,10	13,17		30	61,96	63,31	58,95	53,49
	40	0,63	0,96	2,26	2,96		40	56,67	56,38	53,64	53,07
	50	0,88	1,29	1,92	2,54		50	51,33	51,45	49,30	48,45
	60	0,78	1,08	1,98	2,17		60	59,27	55,79	53,87	53,67
	70	1,00	1,18	1,76	2,06		70	59,07	57,51	56,50	56,07
	80	0,52	0,41	0,53	0,53		80	55,02	58,12	58,16	58,15
2.Açık ve yeşil alanlar	10	6,98	16,26	10,83	9,76	4.Seyrek vejetasyon alanları	10	24,89	27,32	24,99	17,94
	20	0,22	0,82	7,09	6,67		20	33,05	31,58	31,85	30,72
	30	1,53	1,42	2,43	2,41		30	30,92	26,63	26,19	25,39
	40	0,04	0,01	0,63	0,58		40	39,42	36,52	36,42	35,49
	50	0,08	0,04	0,25	0,24		50	43,15	37,47	37,33	33,01
	60	0,05	0,02	0,46	0,45		60	36,49	35,59	35,66	32,27
	70	0,03	0,02	0,18	0,17		70	34,40	31,06	31,01	30,24
	80	0	0	0	0		80	22,09	18,48	18,32	15,25
5.Orman alanları	10	4,02	6,52	8,39	11,06	6.Su yüzeyleri ve vejetasyonu	10	0,85	0,52	0,22	0,22
	20	1,00	2,80	1,29	1,52		20	2,38	1,90	1,83	1,83
	30	2,76	4,92	4,71	4,89		30	1,04	0,60	0,63	0,63
	40	2,18	5,43	6,33	7,16		40	1,06	0,70	0,72	0,72
	50	3,54	8,81	10,10	14,62		50	1,02	0,94	1,11	1,11
	60	2,63	6,11	6,53	9,91		60	0,78	1,40	1,51	1,51
	70	4,81	8,55	9,41	10,29		70	0,69	1,69	1,14	1,14
	80	22,15	22,88	22,88	25,94		80	0,23	0,12	0,11	0,11

**Tarımsal yoğunluk ve kent merkezine uzaklığın zamansal değişimi** incelendiğinde, 10. km’de tarımsal yoğunluk 1984 yılında %49,2, seviyesinde; 2001 yılında %21,9 seviyesine, 2018 yılında %16,2 ve 2038 yılında %5,88 seviyesine gerilemiştir. 20. km’de tarımsal yoğunluk 1984 yılında %62 iken (alansal karşılığı~148 km<sup>2</sup>) 2001 yılında %57,5 (alansal karşılığı~137,2 km<sup>2</sup>), 2018 yılında %41,3 (alansal karşılığı~98,6 km<sup>2</sup>) ve 2038 yılında %35,6 alansal karşılığı~83, 7 km<sup>2</sup>) seviyesine gerilemiştir. Tarım alanları ve geometrik merkeze uzaklık (GMU) verileri incelendiğinde tarım alanları ile yapay yüzeyler arasında bir ters orantı olduğu 2038 yılı içinde geçerliliğini korumaktadır (Şekil 4.62).



Şekil 4.62 Kentsel yoğunluk-mesafe ve Tarımsal yoğunluk- mesafe ilişkisi

**Orman yoğunluğu ve kent merkezine uzaklığın zamansal değişimi** incelendiğinde, 10. km’de yoğunluk 1984 yılında %4,02 seviyesinde, 2001 yılında %6,52 seviyesinde, 2018 yılında %8,39 ve 2038 yılında %11,06 seviyesine ulaşmıştır. 10. km ve 50. km arasında bu kategorinin yoğunluğunda önemli bir değişim gözlenmezken 50. km 80. km arasında orman alanlarının yoğunluğu artmaktadır.

**2038 yılı arazi örtüsü değişimi ekolojik süreç ilişkisi;** 2038 yılı arazi kullanımı/örtüsü simülasyon sonuçları, peyzaj ve sınıf düzeyinde alan, kenar, şekil, merkezi alan ve çeşitlilik metrikleri kullanılarak bu ilişki ortaya konulmuştur.

**Alan-kenar metrikleri** kapsamında 2038 yılına ait arazi kullanımı/örtüsü **LPI** (en büyük leke indisi), Area\_MN (ortalama leke alanı), ED (kenar yoğunluğu) ve TE (toplam kenar) metrikleri ile peyzaj ve sınıf düzeyinde ölçülmüştür. Ölçüm sonuçlarının peyzajın geçmiş zamandaki durumu ile mukayese edilmesi amacıyla yorumlarda 1984, 2001 ve 2018 yıllarına ait ölçüm sonuçları da aktarılmıştır.

Buna göre araştırma kapsamında **LPI değerinin** peyzaj düzeyindeki değişimi şu şekilde; 1984 yılında 42,7 seviyesinde, 2001 yılında 27,3 seviyesinde, 2018 yılında 23,7 seviyesinde ve 2038 yılında 23,1 seviyesinde ölçülmüştür. LPI değerinde yıllar içerisinde yaşanan düşüş peyzaj düzeyinde leke alanının küçüldüğünü ve parçalanmanın arttığını göstermektedir (Çizelge 4.40).

Çizelge 4.40 Alan, yoğunluk, kenar metrik ölçüm sonuçları (peyzaj düzeyi)

	TA	LPI	TE	ED
<b>1984</b>	1348574	42.7845	46318890	34.3466
<b>2001</b>	1348574	27.3352	53964240	40.0158
<b>2018</b>	1348574	23.7873	62142900	46.0805
<b>2038</b>	1348574	23.1512	76624410	56.8188

LPI değerinin sınıf düzeyindeki ölçüm sonuçları ise şu şekilde gerçekleşmiştir; **Orman alanları** kategorisinin **LPI**, 1984 yılında 0,94, 2001 yılında 1,37 ve 2018 yılında 1,77 değerine ve 2038 yılında 3,17 değerine yükselmiştir. Orman alanlarının LPI değerinin yıllar içerisindeki artış eğilimi 2038 yılında da devam etmektedir. Ancak bu artış önceki dönemlerde de olduğu gibi peyzaj genelindeki LPI ortalama değerinin altında olduğundan ve %3,17 karşılık geldiğinden orman alan lekelerin alansal olarak çokda büyümediğini ve bu durumun da habitat gelişimi için yeterli olmadığı sonucuna varılmaktadır (Çizelge 4.41).

**Tarım alanları** kategorisi için **LPI** değerleri 1984 yılında 42,7 seviyesinde, 2001 yılında 27,3 seviyesinde, 2018 yılında 23,7 seviyesine ve 2038 yılında 23,1 seviyesinde ölçülmüştür. Bu kategori için LPI seviyesinin azalma eğilimi 2038 yılında da devam etmektedir. Bu kategori için hem alansal kayıp hem de LPI seviyesindeki gerileme tarım alanlarının hem parçalandığını hem de yok olduğunu göstermektedir. Bununla birlikte tarım alanları kategorisi 2038 yılında da en büyük lekeye sahip kategoridir.

Çizelge 4.41 Alan, yoğunluk, kenar metrik ölçüm sonuçları (sınıf düzeyi)

		LPI (%)	TE (m)	ED(m/ha)	AREA (ha)	GYRATE (m)
1984	Orman alanları	0.946	9561720	7.0902	3.4752	45.4339
	Seyrek vejetasyon A.	12.4565	33656640	24.9572	27.6248	56.1727
	Tarım alanları	42.7845	32241900	23.9081	180.5533	116.3506
	Su yüzeyleri ve V.	0.0504	4946040	3.6676	2.1217	61.9061
	Yapay yüzeyler	1.65	9941520	7.3719	14.7614	116.3111
	Açık yeşil alanlar	0.0462	2289960	1.6981	2.2259	40.0182
		<b>LPI</b>	<b>TE</b>	<b>ED</b>	<b>AREA_MN</b>	<b>GYRATE_MN</b>
2001	Orman alanları	1.3781	16902840	12.5339	5.201	48.4533
	Seyrek vejetasyon A.	3.7629	35614020	26.4087	25.1171	61.3585
	Tarım alanları	27.3352	33918600	25.1515	131.6755	99.8173
	Su yüzeyleri ve V.	0.1901	3563760	2.6426	2.6105	56.0928
	Yapay yüzeyler	2.8409	15078480	11.1811	19.3162	109.8816
	Açık yeşil alanlar	0.0497	2850780	2.1139	3.0202	45.3579
		<b>LPI</b>	<b>TE</b>	<b>ED</b>	<b>AREA_MN</b>	<b>GYRATE_MN</b>
2018	Orman alanları	1.7726	17381580	12.8889	4.9765	43.4888
	Seyrek vejetasyon A.	4.5168	40430460	29.9802	19.5036	57.0786
	Tarım alanları	23.7873	36525990	27.0849	94.6547	89.912
	Su yüzeyleri ve V.	0.168	3501300	2.5963	2.7827	54.0014
	Yapay yüzeyler	5.0142	20074620	14.8858	24.2545	90.604
	Açık yeşil alanlar	0.1056	6371850	4.7249	2.1721	43.3873
		<b>LPI</b>	<b>TE</b>	<b>ED</b>	<b>AREA_MN</b>	<b>GYRATE_MN</b>
2038	Orman alanları	3.127	24783000	18.3772	3.8305	33.5662
	Seyrek vejetasyon A.	4.4733	49744350	36.8866	8.3958	36.6368
	Tarım alanları	23.1512	40227480	29.8296	72.8365	77.845
	Su yüzeyleri ve V.	0.1673	4300020	3.1886	1.9809	44.7362
	Yapay yüzeyler	7.3672	25200210	18.6866	21.2076	58.4395
	Açık yeşil alanlar	0.0763	8993760	6.6691	1.2092	33.3405

**Yapay yüzeyler** kategorisi için **LPI** değerleri 1984 yılında 1,65 seviyesine, 2001 yılında 2,84 seviyesine, 2018 yılında 5,01 seviyesine ve 2038 yılında 7,36 seviyesine ulaşmıştır. Yıllar içerisinde bu kategorinin hem alansal olarak artması hem de peyzaj genelinde en büyük leke alanına sahip ikinci kategori olması bu kategorinin peyzaj düzeyindeki temsil gücünün arttığını göstermektedir.

**Seyrek vejetasyon** alanları kategorisi için **LPI** değerleri değerlendirildiğinde 1984 yılında 12,45 seviyesinde, 2001 yılında 3,79 seviyesinde, 2018 yılında 4,51 seviyesinde ve 2038 yılında 4,47 seviyesinde olduğu tespit edilmiştir.

Ortalama Leke Alan Dağılımı (**Area\_MN**) değeri **orman alanları** kategorisi için 1984 yılında 3,47 (ha), 2001 yılında 5,2 (ha), 2018 yılında 4,9 (ha) ve 2038 yılında 3,8 hektar olarak ölçülmüştür. Bu kategoride 2001 yılından sonra düşme eğilimine giren **Area\_MN**

değeri orman alanlarında alansal artış yaşanmasına karşın derişik büyümeden ziyade parçalı büyüme eğiliminin olduğunu göstermektedir. **Tarım alanları** kategorisinin Area\_MN değeri, 1984 yılında 180,5 (ha), 2001 yılında 131,6 (ha), 2018 yılında 94,6 ve 2038 yılında 72 hektara gerilemiştir. Bu gösterge LPI sonuçlarında olduğu gibi tarım alanlarının hem parçalandığını hem de yok olduğunu göstermektedir. **Yapay yüzeyler** kategorisinin Area\_MN değeri, 1984 yılında 14,7 (ha), 2001 yılında 19,3(ha), 2018 yılında 24,2 ve 2038 yılında 21,2 hektar olmuştur. Gösterge yapay yüzeyler kategorisinin 2018 yılından 2038 yılına geçişte parçalı büyüme eğilimine girdiğini ifade etmektedir. Leke sayısı (NP), sınıflara ait leke sayılarını veren bir metriktir. **Orman alanları** kategorisi 1984 yılında 13249, 2001 yılında 18150, 2018 yılında 23110 lekeye ve 2038 yılında 33754 lekeye sahiptir. Leke sayısındaki artış ile bu kategorinin yıllar içerisinde yaşadığı alansal artış birlikte değerlendirildiğinde orman alanlarındaki büyümenin parçalı şekilde gerçekleştiği ve bu nedenle orman alanlarının habitat gelişimi için uygun olmadığı görülmektedir. **Tarım alanları kategorisi** ise 1984 yılında 4229, 2001 yılında 5589, 2018 yılında 7259 ve 2038 yılında 8939 lekeye sahip olduğu hesaplanmıştır. Leke sayısındaki artış ve bu kategorinin yıllar içerisindeki alansal azalışı ile birlikte ele alındığında LPI ve Area\_MN ölçüm sonuçlarını desteklemektedir.

Peyzaj konfigürasyonunu gösteren en önemli metrik grubu olan kenar metriklerine ilişkin peyzaj ve sınıf düzeyindeki ölçüm sonuçları şu şekildedir; Kenar Yoğunluğu (ED) ve Toplam Kenar Uzunluğu (TE) peyzaj düzeyinde de sınıf düzeyinde de artış göstermiştir. Bu bilgi Area\_MN değerindeki düşüş ile birlikte değerlendirildiğinde 2038 yılında tarım alanları başta olmak üzere tüm arazi kullanım kategorilerinin parçalanma eğiliminde olduğu ya da parçalı büyüme eğiliminde (yapay yüzeyler-orman alanları) olduğu izlenimini oluşturmaktadır.

**Şekil metrikleri;** kapsamında Ortalama Şekil indisi (*Shape Index-SHAPE*), Bitişiklik endeksi (*Contiguity Index-CONTIG*) ve Çevre-Alan Fraktal Boyut endeksi (*Perimeter-area fractal dimension -PAFRAC*) sadece peyzaj düzeyinde ölçülmüştür.

Peyzaj düzeyinde, SHAPE değeri 2018 yılında 1,3318 seviyesi 2038 yılında ise 1,2647 seviyesinde ölçülmüştür. SHAPE değerinde meydana gelen düşüş peyzaj genelinde şekillerin basitleştiğini göstermektedir. Bu durumun en önemli nedeni peyzaj üzerindeki

lineer yüzeylerin artmasıdır (yollar). CONTIG\_MN ölçüm sonuçları ise peyzajdaki lekelerin bitişikliğinin / bağlantısının 2018'den 2038'e geçişte azaldığını göstermektedir (Çizelge 4.42).

Çizelge 4.42 Şekil metrikleri ölçüm sonuçları (peyzaj düzeyi)

	SHAPE_MN	CONTIG_MN	PAFRAC
1984	1.3336	0.3083	1.3629
2001	1.3343	0.2963	1.3592
2018	1.3318	0.2963	1.375
2038	1.2647	0.2046	1.4343

**Merkezi alan metrikleri;** kapsamında Toplam Merkez Alanı (TCA), Merkezi Alan Dağılımı (CORE\_MN) ve Merkezi Alan Dağılımı (DCORE\_MN) metrikleri peyzaj düzeyinde değerlendirilmiştir. Peyzaj genelinde merkez alan metrik sonuçlarında yaşanan düşüş peyzaj genelinde merkezi alanların yok olduğunu ya da azaldığını göstermektedir.

Çizelge 4.43 Merkez alan metrikleri ölçüm sonuçları (peyzaj düzeyi)

	TCA	CORE_MN	DCORE_MN
1984	1046060.2	22.4664	69.6352
2001	1000289.1	19.2234	49.7038
2018	960349.32	14.227	40.5502
2038	898697.61	7.3532	33.9003

**Çeşitlilik ölçümleri;** kapsamında *Shannon Çeşitlilik İndisi (SIDI)* ve *Modified Simpson's diversity index (MSIDI)*, *Shannon's evenness index, (SHEI)* ve *Simpson's evenness index, (SIEI)* metrikleri ölçülmüştür. SHEI değerinin yıllar içerisinde 1 değerine yaklaşıyor olması leke tipleri arasındaki alansal dağılımın eşit olmadığını göstermektedir (Çizelge 4.44). SIDI ve MSIDI metrik ölçüm sonuçlarının yıllar içerisinde yaşadığı artış leke türü sayısının arttığını ve peyzajın yapısına heterojenitenin hâkim olduğunu göstermektedir (McGarigal vd. 2012).

Çizelge 4.44 Çeşitlilik metrik ölçüm sonuçları (peyzaj düzeyi)

	SIDI	MSIDI	SHEI	SIEI
1984	0.5454	0.7883	0.5358	0.645
2001	0.5847	0.8788	0.6014	0.7017
2018	0.6196	0.9665	0.6556	0.7435
2038	0.6528	1.058	0.7021	0.7834



## 5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kentsel sistemler, endüstriyel devrimle birlikte üretim ve pazar biçiminde yaşanan marjinal değişiklikler sonucunda, günümüzde dünya nüfusunun yarısından fazlasına ev sahipliği yapan, tarımsal ve tarım dışı üretim, dağıtım ve denetim işlevlerinin düzenlendiği, kültürel farklılaşma, uzmanlaşma ve sınıfsal heterojenitenin yoğun olarak yaşandığı, tarihsel, toplumsal ve ekonomik niteliğinin yanı sıra biyolojik evrimin yapısına nüfuz ederek kendine özgü habitatlar oluşturan insan baskın yapay ekosistemlerdir (Weber 2006, Bookchin 2006, Görmüş ve Cengiz 2011, Cengiz vd. 2014).

Kentsel ekosistemi doğal ve yarı doğal ekosistemlerden ayıran en temel özellik; doğal ve yarı doğal ekosistemlerde popülasyonun büyüklüğü, büyüme hızı, hareketi ve çevresiyle olan etkileşimi ekosistemin sınırına göre belirlenirken, kentsel ekosistemlerde popülasyonun büyüklüğü, büyüme hızı, hareketi ve çevresiyle olan etkileşimi ekosistemin sınırını ve sınırın genişleme hızını belirleyerek hem kendini var eden dinamiklerin yapısını hem de üzerinde genişlediği mekânın yapısını etkileyerek dönüştürmesidir. Başka bir ifadeyle kentsel sistemler içinde barındırdığı nüfusun demografik hareketliliği ve farklı mekânsal ölçeklerde gerçekleştirdiği sosyo-ekonomik aktivitelerin bir sonucu olarak merkezden çepere genişleyerek hem kendini oluşturan ekonomi-politik ve sosyo mekânsal dinamiklerinin yapısını değiştirmekte (barınma ihtiyacı, ulaşım, iş ihtiyacı, düzenleyici yasa ve yönetmelikler vb. gibi) hem de kente ekosistem hizmetleri (gıda, enerji, biyoçeşitlilik, karbon döngüsü vb. gibi) sağlayan tarım, su, orman vb. gibi doğal ve yarı doğal ekosistemlerin yapısını değiştirerek mekânsal sınırının çok daha ötesinde ekolojik sonuçlar yaratmaktadır.

Bu nedenle kentsel genişleme sürecinin anlaşılması (kentsel ekosistemin genişleme yönü, şiddeti ve süresi) bu süreci etkileyen ve aynı zamanda bu süreçten etkilenen kültürel, ekonomi politik ve ekolojik süreçlerin net bir şekilde ortaya konulmasına bağlı ve sürecinin çok geniş ölçekte yarattığı sosyo ekonomik ve ekolojik içerikli sorunların sürdürülebilir bir yönetim bağlamında ele alınması için önemlidir.

Günümüzde kentsel sistemler ile ekonomi-politik, sosyo mekânsal ve ekosistem dinamiklerini arasındaki geri beslemeli dönüşümün nasıl, ne yönde, ne kadar ve ne zaman gerçekleştiğini ve gelecekte yaşanacak olası dönüşümün nasıl, ne yönde, ne kadar ve ne zaman gerçekleşeceğini tahmin ederek bugünkü arazi kullanım politikalarının gelecekte yaratacağı olası etkinin önceden test edilerek değerlendirilmesine ve kentsel büyümeyi yönlendirerek ekonomik açıdan uygulanabilir ve ekolojik olarak sürdürülebilir altyapıya yatırım yapma konusunda plan aktörlerinin sürdürülebilir politikalar geliştirilmesine olanak tanıyan kentsel büyüme ve peyzaj desen değişim modelleri kullanılmaktadır. Ancak dinamikler arasındaki etkileşimi doğru şekilde açıklamak ve tahmin etmek için seçilecek model etkileşim halindeki dinamiklerle uyumlu ve kendine özgü olmalıdır. Bu nedenle çalışmada kentsel ekosistem ile etkileşim halindeki ekonomi-politik, sosyo mekânsal ve ekosistem dinamikleri arasındaki ilişkinin tüm yönleri ile doğru bir şekilde anlaşılması için kentsel büyüme modeli ve desen değişim modeli entegre edilerek Ankara kentine özgü hibrit bir model üzerinden 1984 ve 2038 yılları arasındaki süreçte Ankara’da kentsel ekosistem, sosyo ekonomik süreçler ve ekolojik süreçler arasındaki ilişki açıklanmıştır.

## **5.1 Tartışma**

Bu başlık altında, ilk olarak 1876 ve 2023 yılları arasında Ankara’nın kentsel gelişim sürecini etkileyen ve bu süreçten etkilenen sosyo ekonomik ve ekolojik süreçler kent için üretilmiş üst ölçek plan kararları ile birlikte ele alınarak tartışılmıştır.

### **Değişim eğilimi ve üst ölçek plan kararlarının tartışılması (1876-2023)**

1876 ve 2038 yılları arasını kapsayan dönemde Ankara’nın kent morfolojisi, peyzaj deseni ve kentin sosyo ekonomik yapısının mekânsal plan kararları ile nasıl değiştiği tartışılmıştır.

Cumhuriyet öncesi Ankara’ında kentleşme adına ilk kırılma ve peyzaj deseni üzerindeki ilk planlı müdahale 1876 yılında kurulan Ankara Belediyesi ile başlamıştır. 1892 yılına gelindiğinde yapımı tamamlanan İzmit-Ankara demiryolu projesi kentin sosyo ekonomik yapısını değiştirerek peyzaj üzerindeki planlı müdahalenin şiddetini

artırmıştır (arazi ve emlak fiyatlarının artması sonucunda imar faaliyetleri hız kazanması, bataklıkların kurutulması). Cumhuriyet dönemi Ankara'sında peyzaj desen değişimini ve sosyo ekonomik değişimi etkileyen en önemli kırılma 20 Nisan 1924'te Ankara'nın başkent ilan edilmesi ile başlamıştır. Cumhuriyetin kurucuları tarafından Ankara sadece siyasal ve yönetsel sistemin merkezi olarak değil aynı zamanda ekonomik ve yeni toplumsal yapının da merkezi olarak tüm ülke için model bir kent örneği kurgulanmıştır (Eraydın ve Köroğlu 2006). Bu dönemde Ankara'da kentsel nüfusun artış hızı Türkiye'nin toplam nüfus artış hızından 2 kat daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Bu dönemde sosyo ekonomik yapıyı dönüştüren en önemli girişim banka ve sigorta şirketleri gibi mali kurumlarının kamu tarafından kurulması sonucunda kentin sınıfsal yapısının orta sınıf egemen bir yapıya dönüşmesidir. Bu dönemde kentsel nüfusun hızındaki artış Ankara'da ciddi bir konut sorununu da beraberinde getirmiştir. Sorunun önlenmesi için 16 Şubat 1924'te yayınlanan 417 Sayılı Ankara Şehremaneti Kanunu, Ankara Belediye'sini İç İşleri Bakanlığı'na bağlayarak belediyeye kamulaştırma yetkisi vermiştir. Ankara Belediye'sine verilen kamulaştırma yetkisi ile 1923 ve 1927 yılları arasında yoğun bir kentsel büyüme dönemi yaşanmıştır (Tankut 1993). Bu dönemde mevcut kentsel alanlar ve bireysel imkanlarla yapılan yeni konutlar eski kent merkezi (Ulus) ve merkezin çeperindeki boş arsalar üzerinde kurulurken Ankara Belediye'si tarafından kamulaştırılan ve bugün Yenişehir ismi ile anılan bölgedeki bataklık ve mera alanları kurutulurken yeni kentin yerleşeceği alan olarak belirlenmiştir. Bu girişim bir arazi örtüsünün tamamıyla başka bir kullanıma dönüşerek yok olmasına ve arazi kullanım politikalarının peyzaj desen yapısı üzerindeki yıkıcı etkisinin doğrudan gözlemlendiği ilk örnektir. Ayrıca Ankara Belediye'sinin bu girişimi 1923 ve 1927 yılları arasında kentin geometrik merkezinin güneye kaymasına neden olarak kentin gelecekteki formunu ve geometrik merkezini şekillendiren ilk göstergedir.

1927-1935 dönemlerinde başkent olmanın yarattığı çekim ile Ankara'nın kentsel nüfus yıllık olarak ortalama %8 seviyesinde büyürken Türkiye'nin kentsel nüfusu yıllık olarak ortalama %2,75 seviyesinde artış göstermekte ve Ankara'nın kentsel nüfus artış hızından 2,9 kat daha yavaş büyümektedir. Bu durum bu dönem içinde kentteki en önemli sorununun konut sorunu olduğunu göstermektedir. Bu dönemde Ankara Şehremaneti Kanunu kentsel büyüme sorununa çözüm üretmez duruma gelmiştir. 1929 yılında sonuçlanan uluslararası yarışmayı kazanan Jansen Planı, 1932 yılında Türkiye

Büyük Millet Meclisi tarafından onaylanarak yürürlüğe girmiştir. Jansen Planı büyük ölçüde Lörcher Planı'na benzer şekilde kurgulanmıştır. Jansen Planı'nda kentsel büyüme yönünü Çankaya istikametine doğru planlanmış ve 1978 yılında en fazla 300.000 kişinin ikamet edeceği 15 Km<sup>2</sup>'lik bir alan üzerine kurulu düşük yoğunluklu bir kent kurgulanmıştır. Ankara Şehri İmar Müdürlüğü tarafından 1937 yılında uygulanmaya başlayan bu plan, kentte yaşanan hızlı göç dalgasına karşı esnek olmadığından ve 1978 yılı için öngördüğü kentsel nüfus miktarına öngörüsünden yaklaşık 30 yıl önce ulaştığı için yetersiz kalmıştır. Ankara için kurgulanan kentsel planlama stratejisi bu dönemde de kentsel nüfus artış hızına karşı yetersiz kalmıştır. Jansen Planı'nın Bahçelievler, Tandoğan ve Cebeci bölgelerinde kurmayı planlandığı işçi mahalleri nüfus artış hızı karşısında yetersiz kalınca Ankara için bu dönemde en önemli sorun kentte yaşanan konut sıkıntısı olmuştur. Bu dönemde kente göç eden nüfusun konut sorununu kendi imkanları ile çözme eğilimi gecekondu bölgelerinin doğmasına neden olmuştur. Ankara'da ortaya çıkan ilk gecekondu bölgeleri sanıldığı gibi aksine kent çeperlerinde değil ilk kez 1933 yılında İkinci Büyük Millet Meclisi Binası arkasındaki düz arazi üzerinde görülmüş ve 'Teneke Mahalle' olarak isimlendirilmiştir (Keleş ve Duru 2014).

1945-1957 arasındaki dönemde Ankara'da kentsel nüfus artış hızı ve konut sorunu önceki dönemler ile benzer nedenlerden kaynaklanmakta ve benzer sonuçlar yaratmaktadır. Bu dönem için kente göçü cazip hale getiren ana faktör kentteki iş gücü istatistikleridir. 1945 yılında toplam çalışan nüfusun %15,5 imalat sanayinde, kamu hizmetleri ve hizmet sektörünün payı ise %52'ler seviyesine ulaşmıştır (Türel 1986, (Eraydın ve Köroğlu 2006). Cumhuriyet politikasının bir sonucu olarak Cumhuriyet'in ilk yıllarında önce özel sektör daha sonra kamunun doğrudan Ankara merkezli yatırımları ile desteklenen imalat sanayisi ve merkezi kamu kurumlarının, banka ve sigorta şirketleri gibi mali kurumların Ankara merkezli kurulmuş olması ve Cumhuriyetin kurucularının tarafından 1924-1938 dönemleri arasında kararlı bir şekilde ortaya konulan demiryolu politikasının kesişim noktasında Ankara'nın bulunması (Tekeli 1967) hem ulusal ekonomi hem de kırsal nüfus için kenti bir cazibe merkezine dönüştürmüştür. Cazibenin yarattığı çekim kent nüfusunun ve konut sorununun hızla artmasına neden olarak önce Altındağ çevresinde kent merkezi ile bütünleşik alanlarda gecekondu bölgelerinin ortaya çıkmasına ve daha sonra Dikmen çevresinde kentin

ikinci gecekondular bölgesinin oluşmasına (Keleş ve Duru 2014) ve bu bölgelerde yaşayan nüfusun su, ulaşım vb. gibi kamusal hizmetlere ulaşamamasına neden olmuştur. Bu dönemde Ankara'daki gecekondular bölgeleri için 1948 yılında çıkarılan 5218 sayılı yasa ile hazine arazilerinin düşük bir bedel karşılığında belediyeye devredilmesi ve gecekondular için planlı arsaların tahsis edilmesi ile gecekondulaşma eğiliminin önüne geçileceği öngörülmüştür (Keleş ve Duru 2014). 5218 sayılı yasa ile kentte gecekondular sorunu çözülmemiş olmasına rağmen yasa belediyeler tarafından sunulan planlı arsalar ile hem gecekonduların affedilmesi hem de bu alanların planlara dâhil edilmesi noktasında mantıklı bir çözüm çerçevesi sunduğu için önemli bir yasadır (bu yasadaki sonrakı çıkan 1953 tarihli 6188 sayılı yasa literatüre imar affi/gecekondular affi olarak giren ve sorunu çözmekten ziyade popülist kaygılar ile sorunu öteleyen bir yaklaşım ortaya koymuş ve bu tarihten sonrakı çıkan yasaların temelini oluşturmuştur).

1950 yılına gelindiğinde Ankara'da kentsel nüfusun büyüme hızını artıran ana unsur ne kentte sunduğu iş imkânları nede kentte başkent olmasının yarattığı çekicilik değildir. Marshall yardımları kapsamında tarımda makineleşme eğiliminin ortaya çıkması bir taraftan ekilebilir alanların artmasını diğerk taraftan kırsal işgücüne olan talebin azalmasını sağlayarak ana geçim kaynağını tarımsal faaliyetlerden sağlayan küçük toprak sahiplerinin rekabet gücünü ortadan kalkmasına ve kırsal alanlarda yaşayan bu nüfusun kentsel alanlara göç etmesine sağlayarak Ankara'da hatta tüm büyük kentlerde kentsel nüfusun büyüme hızını artırmasına neden olmuştur. Bu dönemde gecekondulaşma eğilimi hızla artarak Ankara'nın farklı bölgelerine yayılmış ve kentsel nüfusunun 3'te 1'i gecekondular bölgelerinde yaşamaktadır (Çoban 2012). 1950 yılında Demokrat Parti'nin iktidara gelmesi ile Ankara Türkiye'nin kentleşme sürecindeki rolünü İstanbul'a devretmesine rağmen Ankara'da kentsel nüfus artış hızı yıllık ortalama %12,5 seviyesinde gerçekleşerek Türkiye'nin kentsel nüfus artış hızından 3,8 kat daha hızlıdır. Bu dönemde Ankara'da kentsel nüfusun büyüme hızı ile kentte planlı konut üretme hızı ve kentte istihdam üretme hızı arasındaki dengesizlik hem kentteki sosyo-kültürel süreçlerin olumsuz etkilenmesine hem de konut sorununun gecekondulaşma ile ikame edilmesi sonucunda kentte morfolojik yapısının ve ekosistem süreçlerinin olumsuz etkilenmesine neden olmuştur. 50'li yılların ikinci yarısı ile birlikte Türkiye'nin temsil mekânı olarak kurgulanan Ankara istihdam, ulaşım ve barınma gibi temel sorunların çözümünde yetersiz kalmıştır.

Kontrolsüz kentsel gelişmenin önüne geçmek için 1957 yılında Yücel Uybadin Planı yürürlüğe girerek uygulanmaya başlamıştır. Uybadin Planı Ankara kentinin doğusundaki banliyö hattı sonundaki Kayaş bölgesinden, kuzeybatı doğrultusunda Etlik bölgesinde, diğer taraftan Çankaya bölgesinin güneyindeki Dikmen çevresinde başlayan gecekondulaşma eğiliminin başladığı bu özel dönemde (ki Jansen Planı kapsamında bu bölgeler kentleşmenin olmayacağı alanlar olarak tanımlanmıştır) kent için bir plan öngörüsünde bulunmuştur. Bu özel dönemde Ankara sınırlı kamu kaynaklarının, kentsel altyapı, konut ve iş sorunu gibi sorunların çözümünde yetersiz kaldığı ve kamunun yetersizliğini, gecekondulaşarak konut sorununu çözen, dolmuşlar ile ulaşım sorununu çözen ve işportacılık yaparak iş sorununu çözen kente göç yığınlarının çözdüğü bir dönem olmuştur. Uybadin Planı da daha önce kent için üretilen planlar ile aynı sonu paylaşarak Ankara'daki kentsel nüfus artış hızı karşısında yetersiz kalmıştır. 1960 yılında kent nüfusunun %59'u gecekondu bölgelerinde yaşarken kentteki konutların %65'ini gecekondu oluşturmaktadır (Şen 2014). Ayrıca bu yılda kentte yaşanan sorunlar arasına hava kirliliği de eklenmiş (Çiçek vd. 2004) ve etkisini günümüze kadar sürdürmüştür (TMMOB 2017).

1965 yılına gelindiğinde önce Ankara'da başlayan ancak kısa süre içerisinde İstanbul ve İzmir gibi büyük kentlerde de baş gösteren konut sorunu ve gecekondulaşma eğiliminin önü geçilmesi ve planlı bir gelişimin sağlanması için merkezi bir planlama arayışı ile bu kentler ait imar planları yapım sorumluluğu 1965 yılında İmar ve İskân Bakanlığı bünyesinde kurulan Nazım Plan Bürolarına devredilmiştir (Alada 1990, Keleş ve Duru 2014).

1969 yılında kurulan Ankara Nazım Plan Bürosu önceki planlama yaklaşımlarından farklı bir yol izleyerek 10 yıl boyunca kentte yaşanan nüfus hareketlerini, kentin genişleme eğilimini ve o tarihte Ankara için en önemli çevresel sorun olan hava kirliliğini inceleyerek iki aşamalı bir nüfus öngörüsü (düşük yoğunluklu göç ve yüksek yoğunluklu göç) üzerinden 1:50.000 ölçekli 1990 Ankara Nazım Planı'nı üretmiştir. Plan, kuzey-güney aksındaki mevcut kentsel gelişme yönünü, toplu konut alanlarını (Batıkent, Eryaman ve Sincan) ve sanayi bölgelerini (Ostim ve Sincan) kentin batısında konumlandırarak kentsel gelişme yönünü batıya kaydırarak yeni kurulacak yerleşim bölgelerinin topografik çanak dışında hava kirliliğinin daha az olduğu bölgelerde

kurulmasını sağlamıştır. Ancak plan onaylandıktan sonra plan üzerinde yapılan değişiklikler, gecekonduların düzenlenmesine yönelik İslah İmar Planı çalışmaları, mücavir alan dışındaki bölgeler için parçacı planlama yaklaşımları planı giderek işlevsiz hale getirmiş ve siyasi kanalların işlemesi sonucunda Ankara Nazım Bürosu 1983 yılında kapatılmıştır.

Nazım Bürosunun kapatılmasından sonra 3030 sayılı kanun (1982) ile yeni bir idari düzenlenmeye gidilerek 1984 yılında Büyükşehir yönetimi uygulaması başlamıştır. Yasanın uygulama başlanmasının ardından Bayındırlık ve İskân Bakanlığı'ndaki imar planlama yetkileri Ankara Büyükşehir Belediyesi bünyesinde kurulan İmar Müdürlüğü dairesine devredilmiştir. Bu dönemde büyükşehir belediyesi sınırları dışında kalan bağımsız belediyelerdeki gelişimleri yönlendirmek, kentteki ulaşım ve hava kirliliği sorunlarına çözüm üretmek ve hazırlanacak imar planlarına altlık oluşturması amacıyla 1986 yılında Orta Doğu Teknik Üniversitesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümünde oluşturulan bir araştırma grubuna 1/100.000 ölçekte 2015 yılı "Yapısal Plan" hazırlattırılmıştır. Yapısal Plan, 1990 Nazım Planda öngörülen batı gelişim koridoruna ek olarak kuzey, kuzeydoğu ve güney koridorlarında da gelişim öngörüsünde bulunmuştur. Bu öngörü ile kentte kuzey, kuzeydoğu ve güney yönlerinde yeni merkezler etrafında kentsel gelişme eğilimi hızlanmıştır. Yapısal Plan ayrıca kent merkezinin kuzey, kuzeybatı, batı ve güney yönlerinde yeni sanayi alanları önermektedir. 2015 Yapısal Planında öngörülen kent makroformu, hem Ankara Büyükşehir Belediyesi ve mücavir alan sınırları içerisindeki belediyeler hem de Ankara Valiliği ve Bayındırlık ve İskân Bakanlığının 1990 Nazım Planı'nda bir değişiklik yapmadan ve 50.000, 25.000 ve 5.000 ölçekli plan kararları olmaksızın parçacı planlama yaklaşımları ve uygulama çalışmaları ile önemli ölçüde değişmiştir. Kentin batı ve güney aksında parça parça planlar ile oluşturulan yeni konut alanları, ilçe belediyelerince gecekonduların bölgeleri için hazırlanan İslah İmar Planı uygulamaları 2015 Yapısal Planı çerçevesinde öngörülen konut-işyeri dengesini bozmuştur. Ayrıca 2015 Yapısal Plan çalışmasında öngörülen desantralizasyonu gerçekleştirecek bir karalılık ve yönetsel bütünlük sağlanamamıştır. Planda tanımlanan odak ve aksların olduğu bölgelerde spekülasyon bir gelişim yaşanarak kenttin bu bölgelere doğru yayıldığı bir sürece girilmiştir.

1876-2018 dönemine ilişkin genel bir değerlendirme yapıldığında, Ankara'nın başkent ilan edilmesi ile başlayan kentleşme serüveni tüm planlama girişimlerine karşın nüfus artış hızı, konut sorunu, ulaşım sorunu, istihdam sorunu, kamu hizmetlerinin yetersizliği gibi sosyo ekonomik içerikli sorunlara ve hava kalitesinin azalması, su sistemlerinin bozulması, vadi tabanlarındaki doğal alanların yerleşim baskısıyla tahrip olması ve bağ, bahçe, mera ve tarım alanlarının yok olması gibi ekolojik içerikli sorunlara çözüm üretememiş ve hatta bu sorunların kronikleşmesine yol açmıştır.

Bu dönemde kentsel gelişim süreci ile sosyo ekonomik ve ekolojik süreçler arasındaki etkileşimin şiddetini ve yönünü belirleyen ana dinamik kırsal nüfusun kentsel nüfusa dönüşme hızıdır. Ancak burada üzerinde durulması ve tartışılması gereken asıl konu nüfusun dönüşüm hızını ve yönünü belirleyen makro ekonomik politikalarlardır. Daha net bir ifadeyle Cumhuriyet'in ilk dönemlerinde başkent olmanın yarattığı çekim, istihdam yaratmaktaki başarı ve konumu Ankara'da kentsel nüfusun hızla artmasının en önemli nedenidir. Ancak kentsel nüfus artış hızının sonraki dönemlerde şiddetini daha da artırarak Ankara'da kentleşme sürecinin kronikleşen sorununa dönüşmesinin tek nedeni kentin sahip olduğu özelliklerin yarattığı çekim değildir. Kentte 1940'lı yıllar ile birlikte belirgin şekilde gözlemlenen ve 1950'li yıllar birlikte şiddetini artırarak sadece Ankara'yı değil, İstanbul ve İzmir gibi büyük kentleri de etkisi altına alan göç dalgası, ülke genelinde uygulanan makro ekonomik politikaların yarattığı doğal bir sonuçtur. 1940'lı yıllardan sonra sınırlı kamu kaynaklarıyla yapılan sınırlı yatırımın belirli bölgelerde kümelenerek eşitsiz dağılımı, Cumhuriyet'in ilk yıllarında milli ekonominin temeli olarak görülen kırsal nüfusun iktisadi ve kültürel gelişimini hedefleyen Köy Enstitüleri'nin kapatılması (1946), tarıma dayalı ekonomik kalkınma modelinin terkedilmesi, toprak reformu kanununun 1945 yılına kadar yapılamaması ve uygulama sürecindeki başarısızlık ve 1950'li yıllar ile birlikte tarımda makineleşme gibi makro ekonomik politikalar kırsal nüfusun kentsel alanlara doğru kaymasına neden olmuştur. Bu noktadan bakıldığında Ankara'nın kentsel planlama süreçlerinin yaşadığı daimî başarısızlığının ana kaynağının 1940'lı yıllardan sonra uygulanan makro ekonomik politikalar olduğu görülmektedir.

Çalışmanın bulgular bölümünde sunulan 1984, 2001 ve 2018 yıllarına ait arazi kullanım/örtüsü haritaları, metrik haritaları ve aynı yıla ait yüzey sıcaklıkları haritaları ile



çalışmanın materyal bölümünde araştırma alanının biyofiziksel ve sosyo ekonomik özelliklerini anlatmak için kullanılan hidroloji, topografya ve toprak haritaları ve sosyo ekonomik içeriğe sahip veriler birlikte değerlendirildiğinde Ankara'nın kentsel genişlemenin ekonomik ve ekolojik süreçler üzerinde yarattığı etkiler şu şekildedir.

- 1984 yılında gecekondulu bölgeleri 27 km<sup>2</sup>'lik alan üzerinde yayılarak çalışma alanı sınırları içerisindeki tüm yapılı yüzeylerin %13,7'sini ve kentsel ana çekirdeğin %25'ini kaplamaktadır. 1984 yılında Ankara'da gecekondulu bölgeleri Altındağ, Çankaya, Keçiören, Mamak ve Yenimahalle ilçelerinde kent merkezi ve kentsel saçaklarda gözlenmektedir (Şekil 5.1). Bu ilçeler 1985 yılında Ankara'nın işsizlik oranı en yüksek ilçeleri arasında yer almaktadır. 1990 Nazım Planı doğrultusunda Ankara'nın batısında kurulması planlanan sanayi ve toplu konut alanlarının 1984 yılında Etimesgut, Sincan ve Yenimahalle ilçelerinde ortaya çıktığı gözlenmektedir.
- 1984-2001 yılları arasında Ankara'nın kentsel nüfus artış hızı önceki dönemlere benzere bir şekilde Türkiye'nin genel nüfus artış hızından yaklaşık 2 kat hızlı gerçekleşmektedir. 1984 ve 2001 yılları arasında gecekondulu bölgeleri yaklaşık 9 km<sup>2</sup>'lik bir artış göstererek 36 km<sup>2</sup>'ye ulaşmıştır. Bu dönemde yeni gece kondu bölgeleri kentin kuzey, kuzeydoğu ve doğusunda bulunan gecekondulu bölgelerine bitişik kentsel saçaklarda gözlenmektedir. 2001 yılına ait arazi kullanım haritası incelendiğinde, 1990 Nazım Planı ve 2015 Yapısal Planı doğrultusunda hedeflenen batı, güney ve kuzeybatı gelişim koridorlarının uygulamaya geçtiği ve kentin batı ve kuzeybatısında sanayi bölgelerinin batı ve güneybatısında toplu yerleşim alanlarının oluştuğu gözlenmektedir.
- 2001 ve 2018 yılları arasında gecekondulu bölgeleri %300 oranında azalarak 9,1 km<sup>2</sup>'ye gerilemiştir. Bu dönemde ana kentsel çekirdek üzerinde bulunan gecekondulu bölgeleri kentsel dönüşüm projeleri ile ortadan kalkarken kentin doğusu ve kuzeyi arasında kentsel saçak üzerindeki gecekondulu bölgeleri varlığını sürdürmektedir. 2018 yılına ait arazi kullanım haritası incelendiğinde, kentin güneybatı doğrultusunda geliştiği gözlenmektedir.

- Ankara'nın hidrolojik, topografik ve jeomorfolojik yapısı incelendiğinde, kuzeyden başlayarak Çubuk 2 barajını, Çubuk Ovasını ve Çubuk barajını besleyerek kente kuzeydoğu istikametinden giriş yapan Çubuk Çayı, kentin doğusundan giriş yapan Hatip Çayı ve kente güneydoğu istikametinden giriş yapan Sazlık deresi Ankara kent merkezinde birleşerek Ankara Çayı'nı oluşturmakta ve batıya doğru akış gerçekleştirmektedir. Ankara'da kuzey, doğu ve güney yönlerinden jeomorfolojik çanak ile sınırlanan kent bu su sistemlerinin taşıdığı alüviyal materyal üzerinde yayılım göstermektedir. Başka bir ifadeyle Ankara tarımsal açıdan değerli topraklar üzerinde kurulmuş ve gelişimini bu topraklar üzerinde gerçekleştirmektedir. Ayrıca kentsel genişleme su sistemlerinin yer altına verilmesine neden olarak bu sistemlerin ısı dengesi ve habitat bağlantılılığı gibi koridor işlevlerinin zamanla kaybolmasına neden olmuştur. Ankara'da planlı ya da plansız kentsel genişleme süreci su sistemleri ve tarımsal sistemler üzerinde parçalanma, işlev kaybı ve yok olma gibi bir dizi olumsuz etkiye neden olmuştur.

23.07.2004 günü yürürlüğe giren 5216 Sayılı Kanun'un "Büyükşehir belediyeleri, bu Kanunun yürürlüğe girdiği tarihten itibaren en geç iki yıl içinde büyükşehirin 1/25.000 ölçekli nazım imar plânlarını yapar veya yaptırır" hükmüne binaen Ankara Büyükşehir Belediyesi tarafından 09.04.2007 tarihinde 1/25000 ölçekli 2023 Ankara Nazım İmar Planı tamamlanmıştır. 2023 Ankara Nazım İmar Planı, Ankara Büyükşehir Belediyesi Mücavir Alan Sınırını tespit ederek bu sınır içerisinde kalan bölgelerin Büyükşehir Belediyesi imar yaklaşımı doğrultusunda bütüncül bir şekilde planlanmasını hedeflemektedir. 2023 Ankara Nazım İmar Plan notlarında, planlama dayanak ve gerekçeleri şu şekilde ifade edilmektedir;

- Pursaklar ve Saray Belediyeleri tarafından nüfus projeksiyonlarına göre hazırlanmış onaylı imar planlarının, abartılı nüfus projeksiyonları nedeniyle Ankara'nın en değerli tarım havzalarının (Çubuk-1 Barajı Su Toplama Havzası, Ankara Çayı havzası) yerleşim baskısı ile yok edilmesinin önü geçmek ve belediyelerin imar yaklaşımlarının Büyükşehir imar planları ile uyumlu olmasını sağlamak.

- “Nüfus-işgücü dengelerini de kuracak bir biçimde, kentsel altyapı ve kamu kaynaklarını en verimli biçimde kullanacak bütünleşik makroform seçeneklerine yönelmek.”
- “Toplumsal yapıda eşitsizlikleri üreten ve arttıran sosyo-ekonomik nedenleri tespit ederek, eşitsizlikleri azaltan, sosyal dışlanma ve kentsel yoksulluğu giderebilecek önlemleri alarak, sosyo-ekonomik açıdan bütünleşme düzeyi yüksek, “hakça” kentsel sistemler oluşturmak.”
- “Ankara metropoliten alanında sahip olunan doğal, ekolojik, çevresel, kültürel, tarihi ve kentsel değer ve potansiyelleri; “koruma-kullanma” dengesi içinde koruyup geliştirmek, “yaşam kalitesi artmış”, “sürdürülebilir”, “daha yaşanabilir”, “planlı” yaşam çevreleri oluşturmak.”
- “Kentsel yaşamı ve yaşamı oluşturan unsurları kamunun sahiplenmesine olanak sağlayacak, şeffaf, gerçek katılım mekanizmalarını tanımlayan bir biçimde kurgulamak, yönlendirmek.”

2023 Ankara Nazım Planının oluşturulmasına yönelik dayanak ve gerekçelere rağmen planın yürürlüğe girdiği tarihten 2018 yılına kadar geçen süre zarfında Mücavir alan sınırları içerisindeki tarım toprakları 461 km<sup>2</sup> azalmıştır. Ayrıca bu dönem içerisinde (2006-2017) Gelir İdaresi Daire Başkanlığı tarafından yayınlanan belediye ve mahalle arazi m<sup>2</sup> fiyatları incelendiğinde Ankara'nın tarımsal açıdan en değerli topraklarının bulunduğu Akyurt, Çubuk, Pursaklar, Gölbaşı ve Sincan ilçelerindeki arazilerin m<sup>2</sup> fiyatları ortalama olarak %400 oranında artış göstermiştir. 2023 Ankara Nazım Planında bulunan kuzey, batı ve güneybatı gelişme koridorları tarım topraklarının korunmasından ziyade bu alanlarda spekülasyon gelişimin önü açarak bu alanların hızla yok olmasına neden olmuştur. Ayrıca planın 2023 nüfus projeksiyonuna göre belirlenen gelişme alanı 300 km<sup>2</sup> ve toplam yerleşim alanı 1046 km<sup>2</sup> olarak belirlenmişken araştırma kapsamında elde edilen bulgular ve simülasyon sonuçlarına göre 2018 yılında toplam yerleşim alanı (NIP katmanlarındaki sanayi havaalanı dahil) 778 km<sup>2</sup> olarak ve 2022 yılında 826 km<sup>2</sup> olarak hesaplanmıştır. Bu gösterge 2023 erimli Nazım Planda kentin ihtiyacından daha fazla kentsel alan ayrıldığını göstermektedir.

2023 Ankara Nazım Planına ilişkin genel bir değerlendirme yapıldığında plan, sosyo ekonomik ve ekolojik süreçleri dikkate alan sürdürülebilir kentsel gelişme stratejisi

hedefini gerçekleştiremediği gibi kentsel gelişmenin bu süreçler üzerinde yarattığı olumsuz etkileri de derinleştirmiştir. Plan gereğince uygulanan kentsel dönüşüm projeleri kapsamında kent merkezine bütünleşik konumdaki gecekondu bölgeleri (Çankaya ilçesinde Bademlidere, Birlik, Çukurambar, Kırkkonaklar, Sancak, Dikmen, Öveçler, Yıldızevler mahalleleri, Altındağ ilçesinde Atilla, Yıldırım Beyazıt ve Gültepe mahalleleri ve Mamak ilçesinde Altmışevler, Gülveren, Şafaktepe, Tuzluçayır mahalleri) yıkılarak 2001-2018 yılları arasında kent genelinde %300' oranında azalmıştır. Ancak bu durum sosyal dışlanmayı ve kentsel yoksulluğunu azaltarak “sosyo-ekonomik açıdan bütünleşme düzeyi yüksek” bir kentsel gelişme sürecinden ziyade kentin yoksullarını kentin çeperine sürerek sosyal ayrışmayı derinleştiren bir kentsel gelişim sürecinin yaşanmasına neden olmuştur. Benzer şekilde plan hedefleri arasında bulunan ekolojik süreçleri dikkate alan gelişme stratejisi kentin güneybatı, batı ve kuzey koridorunda gelişme stratejisi ile çelişmektedir. Kentin bu koridorlar üzerindeki gelişimi (ki batıda Mürted Ovası ve kuzeyde Çubuk Ovası) hem değerli tarım havzalarının yok olmasına hem de bu havzalardaki su sistemlerini etkileyerek bu sistemlerin günümüze kadar geçen süre içerisinde koridor işlevlerinin bozulmasına ve gelecekte de bu işlevlerin yok olmasına neden olacaktır.

## 5.2 Sonuç

Günümüzde doğa bilimleri ve sosyal bilimler alanında yapılan araştırmaların pek çoğu insanların ekosistemler özellikle de kentsel ekosistemler üzerinde oynadığı çok yönlü rolün anlaşılmasına odaklanmaktadır. Ancak, farklı ekonomik aktiviteler ve aktörlerin, geniş bir varyasyon içinde ve farklı mekânsal ölçeklerde etkileşiminin bir sonucu olarak ortaya çıkan insan aktivitelerinin çeşitliliği ve karmaşıklığı nedeniyle insanın, ekosistem üzerinde oynadığı rolün tüm yönleriyle anlaşılması noktasında zorlanılmaktadır (Alberti, 2008; Cengiz vd., 2016). İnsan aktivitelerin çeşitliliğinin ve yoğunluğunun artması, doğal peyzajların ekosistem süreçlerini ve dinamiklerini değiştirerek insan baskın ekosistemlere dönüşmesine neden olmaktadır (Alberti, 2008). Bu dönüşüm süreci son 200 yıldır çoğunlukla karmaşık ekonomik ve sosyal ilişkilerin ortaya çıktığı ve peyzajlarda biyoçeşitlilik açısından tek bir türün egemen olduğu kentsel alanlar ve kentsel çeperlerde yaşanmaktadır. Bu alanlarda yaşanan dönüşüm, doğal yaşam alanlarının tür kompozisyonunu, hidrolojik sistemleri, enerji akışlarını ve besleyici

döngülerini değiştirerek kendisinden çok daha geniş ölçekte, çevresel değişikliklere neden olmaktadır. Ayrıca kentsel büyümeden kaynaklanan bu çevresel değişiklik ulaşım, barınma, sağlıklı bir çevrede yaşama vb. gibi alt yapı ve üst yapı hizmetlerini etkileyerek insan sağlığını ve refahını etkilemektedir (World Commission on Environment and Development, 1987; Sukopp, 1990; McDonnell vd., 1997; Breuste vd., 1998; European Commission, 1999; Baker vd., 2001; Luck ve Wu, 2002; Weber, 2006).

Kentsel büyümeden kaynaklanan desen değişiminin ekosistem süreçleri ve sosyo-ekonomik süreçler üzerinde gelecekte yaratacağı etkinin tahmin edilmesi, bugünkü arazi kullanım politikalarının gelecekte yaratacağı etkinin önceden test edilerek değerlendirilmesi ve kentsel büyümeyi yönlendirerek ekonomik açıdan uygulanabilir ve ekolojik olarak sürdürülebilir altyapıya yatırım yapma konusunda sürdürülebilir politikalar geliştirilmesi için oldukça önemlidir. Bu bağlamda çalışma kapsamında kullanılan modelleme teknikleri ile Ankara’da kentsel gelişme sürecini yönlendiren üst ölçek plan kararlarının sosyo ekonomik ve ekolojik süreçleri nasıl, ne kadar, ne zaman ve ne yönde etkilediği/etkileyeceği ve bu plan kararlarının rezerv alan olarak ayırdıkları gelişme alanlarının ne kadar gerçekçi olup olmadığı bilimsel olarak ortaya konulmuştur. Araştırma kapsamında ortaya konulan bulgular göstermektedir ki modelleme çalışmaları Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) ve Uzaktan Algılama (UA) tekniklerinde yaşanan gelişmelere paralel olarak, mekânsal planlama literatüründe izle ve onar (monitoring and repair) yaklaşımından tahmin et ve önle (predicted and prevent) yaklaşımına geçiş fırsatları sunarak kaynakların sürdürülebilirlik bağlamında ele alan gerçekçi mekânsal planlama yaklaşımları ve politikalar geliştirilmesine yardımcı olmaktadır.

Bu bağlamda “Kentsel Büyüme Dinamiklerinin Modellenmesi; Ankara Kenti Simülasyonu” başlıklı tez çalışması, ortaya koyduğu özgün yöntemler aracılığıyla kentsel büyüme sürecini farklı ölçeklerde çok zamanlı olarak ölçerek ve kentsel büyüme süreci ile ekolojik ve sosyo ekonomik süreçler arasındaki karşılıklı ilişkiyi matematiksel olarak çözümleyerek Türkiye kentleri için model bir kent olarak kurgulanmış Ankara özelinde ancak diğer kentler içinde uygulanabilir esnek yapılı bir desen değişim modeli üretmiştir. Tez çalışması kapsamında üretilen desen değişim modelinin çıktıları şu şekildedir;

- Arazi örtüsü değişiminin belirlenmesi ve simülasyonu (1984-2038)
- Kentsel yayılma tipleri ve kentsel büyüme biçimlerinin modellenmesi (1984-2038)
- Arazi örtüsü değişiminin biyofiziksel süreçler üzerindeki etkisi (1984-2018)
- Arazi örtüsü değişiminin sosyoekonomik süreçler üzerindeki etkisi (1984-2018)
- Kentsel büyümede etkili olan dinamiklerin belirlenmesi (1984-2038)
- Peyzaj desen değişiminin ölçülmesi ve simülasyonu (1984-2038)

Tez çalışması kapsamında üretilen çıktılar Ankara'da yaşanan kentleşme sürecinin bilinen zaman aralığında (1984-2018) yarattığı çok boyutlu etkilerinin anlaşılması ve gelecekte yaratacağı olası etkilerin belirlenmesi noktasında önemli bilgiler içermektedir. Bu bilgiler; geçmişten günümüze Ankara için ortaya konulan arazi kullanım stratejilerinin, bir taraftan değerli tarım alanlarının yok olması, vejetasyon sistemlerinin bağlantılığının kaybolması, sucul sistemlerinin koridor işlevlerinin bozulması, hava kirliliği ve kentsel ısı adası etkisinin artması gibi ekolojik içerikli sorunların oluşmasına diğer taraftan kentsel saçaklanma bölgelerinin artması, kent hizmetlerinin kent sakinlerine homojen bir şekilde ulaşmaması, uygun olmayan çevresel koşullarda yaşamın devam etmesi ve kent bölgeleri arasında sosyal tabakalaşmanın artması gibi sosyo ekonomik içerikli sorunların oluşmasına neden olduğunu ve gelecekte bu stratejilerin ekolojik ve sosyo ekonomik süreçler üzerinde yaratacağı etkinin daha da artacağını göstermektedir.

Bu bağlamda araştırmanın ortaya koyduğu model, plan aktörleri tarafından üretilen arazi kullanım stratejilerinin ekolojik ve sosyo ekonomik süreçler üzerinde gelecekte yaratacağı olası etkinin günümüzde test edilmesine olanak tanıyarak doğal ve kültürel kaynakların sürdürülebilirlik bağlamında ele alan gerçekçi mekânsal planlama yaklaşımları ve politikalar geliştirilmesine yardımcı olacaktır.

## KAYNAKLAR

- Aça, 2006. Urban sprawl in Europe. The ignored challenge. EEA Report No: 10/2006. Copenhagen.
- Agapiou, A., Alexakis, D.D., Lysandrou, V., Sarris, A., Cuca, B., Themistocleous, K. and Hadjimitsis, D.G. 2015. Impact of urban sprawl to cultural heritage monuments: the case study of Paphos area in Cyprus. *J. Cult. Heritage* 16; 671–680.
- Aguejdad, R., Houet T. and Hubert-Moy L. 2017. Spatial validation of land use change models using multiple assessment techniques: A case study of transition potential models. *Environ Model Assess*, 22(6); 591–606
- Aguilera, F., Valenzuela, L.M. and Botequilha-Leitão, A. 2011. Landscape metrics in the analysis of urban land use patterns: a case study in a Spanish metropolitan area. *Landscape Urban Plann.* 99(3-4); 226–238.
- Akçura, T. 1971. Ankara, T.C.' nin Başkenti Hakkında Monografik Bir Araştırma. ODTÜ Mimarlık Fakültesi Yayını, Ankara.
- Akın, A. 2011. Adana Kentsel Gelişiminin Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Kullanılarak Modellenmesi. Doktora Tezi. Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Alay, M.A. 2016. Arazi Kullanım Değişimlerinin Peyzaj Teori ve Modellenmesi Kapsamında İncelenmesi. Doktora Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Alberti, M. 2008. *Advances In Urban Ecology: integrating Humans and Ecological Processes in Urban Ecosystems*. 2008 Springer Science+Business Media, ISBN-13: 978-0-387-75509-0., LLC.
- Alberti, M. 2010. Maintaining ecological integrity and sustaining ecosystem function in urban areas. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 2(3).
- Alberti, M., John, M. M., Shulenberger, E., Bradley, G., Ryan, C. and Zumbrunnen, C. 2003. Integrating humans into ecology: opportunities and challenges for studying urban ecosystems. *Bioscience*, 53 (12); 1169-1179.
- Allen, R.G. 2002. *Surface Energy Balance Algorithm for Land (Sebal): advanced training and users manual*. Kimberly: Idaho Implementation.
- Almeida, C.M. and Marinaldo, J. 2005. Cellular automata and neural networks as a modelling framework for the simulation of urban land use change gleriani 2 anais xii simpósio brasileiro de sensoriamento Remoto, Goiânia, Brasil, 16-21.
- Amundson, R. and Jenny, H. 1997. On a state factor model of ecosystems. *BioScience*, 47(8).

- Andr n, H. 1994. Effects of habitat fragmentation on birds and mammals in landscapes with different proportions of suitable habitat: A review. *Oikos*, 71; 355–366.
- Angel, S., Civco, D. & J. Parent 2012, Urban Growth Analysis: Calculating Metrics to Quantify Urban Sprawl. Web Sitesi: [http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc08/papers/papers/pap\\_1692.p\\_f](http://proceedings.esri.com/library/userconf/proc08/papers/papers/pap_1692.p_f) Erişim Tarihi: 20.03.2018
- Angel, Shlomo and Parent, Jason and Civco and Daniel. 2007. Urban sprawl metrics: An analysis of global urban expansion using GIS. 1.
- Ankara B y kşehir Belediyesi. 2018. Web Sitesi: <http://www.ankara.bel.tr/files/6513/4726/6062/2-tarihce.pdf>. Erişim Tarihi: 03.04.2018.
- Ankara Büyükşehir Belediyesi. 2019. Web Sitesi: <https://www.ankara.bel.tr/files/3113/4726/6297/3-makroform.pdf> (2019). Erişim Tarihi: 03.04.2019.
- Ankara Büyükşehir Belediyesi. 2019. Web Sitesi: <https://www.ankara.bel.tr/files/3113/4726/6297/3-makroform.pdf>. Erişim Tarihi: 03.04.2018
- Arlı, A. 2009. Sosyal mekânda farklılaşma: denizli’de kırsal/kentsel dönüşüm (1990–2000). Doktora Tezi. İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Avrupa Birliği Komisyonu. 1990. Green Paper on The Urban Environment, EU Commision, Brüksel.
- Ayazlı, İ.E. 2011. Ulaşım ağlarının etkisiyle kentsel yayılmanın simülasyon modeli: 3. boğaz köprüsü  rneği. Doktora Tezi. Yıldız Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Ayazlı, İ.E., Batuk, F., Demir, H. 2011. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı “Kentsel Yayılma Simülasyon Modelleri ve Hücresel Otomat”. 18-22 Nisan 2011; Ankara.
- Aydın, S., Emiroğlu, K., Türkoğlu,  .,  zsoy E.D. 2005. Küçük Asya’nın Bin Yüzü: Ankara. Dost Kitabevi Yayınevi, Ankara.
- Baker, L.A., Hope, D., Xu, Y., Edmonds, J., Lauver, L. 2001. Nitrogen balance for the central arizona-phoenix (Cap) Ecosystem. *Ecosystems* 4(6); 582–602.
- Balçık, F., Göksel,  . 2011. TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisleri Odası 13. Türkiye Harita Bilimsel ve Teknik Kurultayı “Terkos Havzası Sulak alanları ve Civarının Hyperion Eo-1 Görüntüsü İle Sınıflandırılması”. 18-22 Nisan 2011; Ankara.
- Basse, R.M., Omrani, H., Charif, O., B dis, K. and Gerbe, P. 2012. Cellular automata based neural networks for modelling dual complex systems: Land-use/cover and transport networks. *Proceedings of Camuss*. Oporto, Portugal.



- Başlık, S. 2008. Dinamik kentsel büyüme modeli: lojistik regresyon ve cellular automata (istanbul ve lizbon örnekleri). Doktora Tezi. Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Batty, M. 1997. Cellular automata and urban form: A primer. *Journal of the American Planning Association* 63(2); 266–274.
- Batty, M. and Longley, P. 1994. *Fractal Cities: a geometry of form and function*. Academic Press, New York.
- Batty, M. and Xie, Y. 1994a. From Cells to Cities. *environment and planning B, Planning and Design*, 21; 531-548.
- Batty, M. and Xie, Y. 1994b. Modeling inside GIS: part 2. selecting and calibrating urban models using arc-info. *International Journal of Geographic Information Systems*, 8(5); 470-541.
- Batty, M., and Longley, P. 1994. *Fractal Cities: a geometry of form and function*. Academic Press, San Diego.
- Batty, M., and Xie, Y. 1997. Possible urban automata. *Environment and Planning B, Planning and Design*, 24(2); 175-192.
- Batty, M., Besussi, E. and Chin, N. 2003. Traffic, urban growth and suburban sprawl. centre for advanced spatial analysis. Working Paper Series,70.
- Bender, D.J., Contreras, T.A. and Fahrig, L. 1998. Habitat loss and population decline: A meta-analysis of the patch size effect. *Ecology*, 79(2); 517–533.
- Besussi, E., Chin, N., Batty, M. and Longley, P. 2010. Chapter 2. The Structure and Form of Urban Settlements. Chapter 2 from *Remote Sensing of Urban and Suburban Areas*.
- Bhatti, S. S., Tripathi, N. K., Nitivattananon, V., Rana, I. A. and Mozumder, C. 2015. A multi-scale modeling approach for simulating urbanization in a metropolitan region. *Habitat International*, 50; 354-365.
- Bonabeau, E. 2002. Agent-Based Modeling: methods and techniques for simulating human systems. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 99(3); 7280-7287.
- Bookchin, M. 2006. *Özgürlüğün Ekolojisi, Hiyerarşinin Ortaya Çıkışı ve Çözülüşü*. Ayrıntı Yayınları, İstanbul.
- Boori, M.S., Netzband, M., Vozenilek, V. and Choudhary, K. 2014. Urbanization analysis through remote sensing and GIS in Kuala Lumpur, Manila and Singapore cities.
- Botequilha Leitão, A. and Muge, F. 2001. The role of landscape metrics in environmental planning and management of mining activities. In *Proceedings of APCOM 2001 29th international symposium on computer applications in the minerals industries held at the University of Mining and Technology*, eds. X. Heping, Wang, Yuehan and Y. Jiang. Balkema Publishers. (713–718); Beijing.

- Botequilha Leitao, A.B., Miller, J., Ahern, J. and Mcgarigal, K. 2006. Measuring landscapes: A planners handbook. DC: Island Press, Washington.
- Breuste, J., Feldmann, H. and Uhlmann, O. 1998. Urban Ecology. Springer, Berlin.
- Brits, A., Burke, M., and Li, T. 2014. Improved modelling for urban sustainability assessment and strategic planning: local government planner and modeller perspectives on the key challenges. *Australian Planner*, 51(1); 76–86.
- Brockerhoff, M. 2000. An urbanizing world. *Population Reference Bureau*. Vol. 55, No: 2000/3.
- Buechner, M. 1989. Are small-scale landscape features important factors for field studies of small mammal dispersal sinks? *Landscape Ecology*, 2; 191-199.
- Burchell, R. W., Shad, N.A., Listokin, D., Phillips, H., Downs, A., Seskin, S., Davis, J.S., Moore, T., Helton, D. and Gall, M., 1998. Costs of sprawl revisited: The evidence of sprawl's negative and positive impacts. DC: National Academy Press, Washington.
- Burton, E., 2000. The Compact City: Just or Just Compact? A Preliminary Analysis, *Urban Studies*, 37 (11); 1969– 2001.
- Candau, J.T. 2002. Temporal calibration sensitivity of the sleuth urban growth model. master of arts thesis. California Üniversitesi, Santa Barbara.
- Cecchini, A. and Viola, F. 1992. Ficties Fictitious Cities: A simulation for the creation of cities, international seminar on cellular automata for regional analysis. DAEST: Universitariodi Architettura, Venice.
- Cengiz, S. ve Yılmaz B. 2017a. “Malatya’da Arazi Kullanım Örtüsünün Modllenmesi, 2025-2045 Aazi Kullanımı Örtüsü Simülasyonu”. UZAL-CBS 2016. 5-7 Ekim; Adana.
- Cengiz, S., Görmüş, S. ve Özdemir, G. 2014. “Kentsel Yayılmanın Etkileyeceği Potansiyel Alanların Uzaktan Algılama Ve CBS İle Belirlenmesi; Denizli Örneği”, *Dünya Şehircilik Günü 38. Kolokyumu Kentlerin Geleceği*. 6-8 Kasım 2014; İstanbul.
- Cengizkan, A. 2004. Ankara’nın İlk Planı: 1924–1925 Lörcher Planı, Ankara Enstitüsü Vakfı, Ankara.
- Chen, J., and J. F. Franklin. 1990. Microclimatic pattern and basic biological responses at the clearcut edges of old-growth Douglas-fir stands. *Northwest Environ. J.* 6; 424-425.
- Cheng, J. 2003. Modelling Spatial and Temporal Urban Growth. Doctoral thesis. Utrecht Üniversitesi, Faculty of Geography, Utrecht.
- Clarke, K.C., Hoppen, S. and Gaydos, L. 1997. A self-modifying cellular automaton model of historical urbanization in the san francisco bay area. *Environment and Planning B, Planning and Design*, 24; 247-261.

- Clarke, K.C. and Gaydos, L.J. 1998. Loose coupling A cellular automaton model and gis long term urban growth prediction for San Francisco and Washington/Baltimore. *International Journal of Geographical Information Science*, 12(7); 699-714.
- Coban, A. 2012. Cumhuriyetin ilanından günümüze konut politikası. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*. 67; 75-108.
- Costanza, R., d'Arge, R., De Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., vd. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387; 253–260.
- Couclelis, H. 1996. From cellular automata to urban models: New principles for model development and implementation, in E. Besussi and A. Cecchini Eds *Artificial Worlds and Urban Studies*, 165–190.
- Couclelis, H. 1997. From cellular automata to urban models: new principles for model development and implementation. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 24; 165-174.
- Çiçek, İ., Türkoğlu N. and Gürgen G. 2004. Ankara'da Hava Kirliliğinin İstatistiksel Analizi. *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(2); 1-18.
- Dadras, M., Shafri H., Z.M., Ahmad N., Pradhan B. and Safarpourd S. 2015. Patio-temporal analysis of urban growth from remote sensing data in Bandar Abbas city, Iran. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 18(1); 35-52
- DETR., 1999. *Towards An Urban Renaissance Report of the Urban Task Force*, London.
- Diappi, L., Bolchim, P., and Buscema, M. 2004. “ Improved Understanding of Urban Sprawl Using Neural Networks” . In: Van Leeuwen, J.P. and H.J.P. Timmermans (eds.) *Recent Advances in Design & Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*, Dordrecht: Kluwer Academic Publishers. 33-49.
- Downs, A. 1998. How america's cities are growing: the big picture, *Brookings Review*, 16 (4); 8–11.
- Dunning, J.B., Danielson, B.J. and Pulliam. H.R. 1992. Ecological processes that affect populations in complex landscapes. *Oikos*, 65; 169-175.
- Duru, B. 2012. *Mustafa Kemal Döneminde Ankara'nın İmarı*, Ankara Üniversitesi Yayınevi, 173,192 s., Ankara.
- Eastman, J. R., Solorzano, L. and Van Fossen, M. 2005. Transition potential modeling for land-cover change. In D. J. Maguire, M. Batty, & M. F. Goodchild (Eds.), *GIS, spatial analysis and modeling*, Redlands: ESRI Press, 357–385.
- Eraydın, A. and B. Armatlı-Köroğlu. 2006. *Ankara'nın Yeni Gündemi: ulus devletin baskentliğinden küresel ekonominin düğüm noktası olmaya uzanan yapısal dönüşüm cabaları*. ODTU Yayıncılık Kültür Yayınları Dizisi, Ankara

- Esbah, H., Deniz, B., Kara, B. and Keskin, B. 2013. Analyzing landscape changes in the bafa lake nature park of turkey using remote sensing and landscape structure metrics. *Environmental Monitoring assesment*, 165 (1-4); 617-632.
- European Environment Agency, 2016: Urban sprawl in Europe EEA Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union, Copenhagen, Denmark.
- Ewing, R., 1997. Is Los Angeles-Style Sprawl Desirable?. *Journal of the American Planning Association*, 63 (1); 107–126.
- Ewing, R., Pendall, R., and Chen, D., 2002. *Measuring Sprawl And Its Impact* Washington DC: Smart Growth America.
- Forman, R.T.T. 1995. *Land mosaics: the ecology of landscapes and regions*. Cambridge University Press, Cambridge, England.
- Forman, R.T.T. and Godron, M. 1986. *Landscape Ecology*. John Wiley and Sons, Inc., New York.
- Fotoğraf Günlükleri, 2019. 1920 / 1930'lar Ankara/Yenişehirin kuruluşu - Burjuvazinin ve Yönetici Elitlerin Kamusal ve Özel Alanlarını Oluşturduğu Dönem / nin fotoğraflardaki izleri. Web Sitesi: <http://fotograf-gunlukleri.blogspot.com/2012/10/1920-1930lar-ankarayenisehirin-kurulusu.html>. Erişim Tarihi: 03.04.2019.
- Fragstats, 2012. *Patches and Patchiness: Levels of Landscape Metrics*.
- Frank, S., Walz, U. 2017. *Landscape Metrics*. Burkhard B, Maes J (Eds.) 2017. *Mapping Ecosystem Services*. Pensoft Publishers, 374 p., Sofia.
- Franklin, J.F. and R.T.T. Forman. 1987. Creating landscape patterns by forest cutting: Ecological consequences and principles. *Landscape Ecology* 1(1); 5–18.
- Freeman, L. 2001. The effects of sprawl on neighborhood social ties. *Journal of The American Planning Association*, No: 67, 69–77.
- Galster, G., Hanson R., Ratcliffe M.R., Wolman H., Coleman S. and Freihage J. 2001. Wrestling sprawl to the ground: defining and measuring an elusive concept. *Hous Policy Debate* No: 12; 681–717
- Gilpin, M.E. and Hanski I. 1991. *Metapopulation dynamics: empirical and theoretical investigations*. Academic Press, 336 pp., San Diego.
- Görmüş, S. ve Cengiz, S. 2011. Ekolojik Bir Olgu Olarak Kent Fenomeni; Bartın Kent Makroformu Üzerine Değerlendirme. *Ekoloji Sempozyumu*. 5-7 Haziran 2011; Düzce.
- Görmüş, S., Tağıl, Ş., Deniz, B., Özdemir, A., Artar, M., Erdoğan, M.A., Ezer, A.I., Arpa, N.Y. ve Aakarsu, Ö. 2018. *Kentsel Kırsal Kuşaklarda Peyzaj Deseni Ve Ekolojik Süreç Etkileşimi: Denizli Örneği*. TUBİTAK Proje No: 1130543 ;Ankara

- Gratkowski, H.J. 1956. Windthrow around staggered settings in old-growth. Douglas-fir. For. Sci. 2; 60-74.
- Grimm, N., Morgan Grove, J., Pickett, S., Redman, C. 2000. Integrated approaches to long-term studies of urban ecological systems. *BioScience*, 50; 571–584.
- Grossman, W., Eberhardt, S. 1993. Geographical information systems and dynamic modeling potentials of a new approach. In M. Fischer and P. Nijkamp (eds.), *geographic information systems. Spatial Modeling and Policy Evaluation*, 167-180.
- Guan, Q., Wang, L. 2002. An Artificial-Neural-Network-Based Constrained CA Model for Simulating Urban Growth and Its Application.
- Gustafson, E.J. 1998. Quantifying landscape spatial pattern: What is the state of the art?, *Ecosystems* 1; 143–156.
- Güvensoy, L. 2014. Erdemli (Mersin) Kıyısındaki yapılaşmanın analizi: değişim tespiti ve gelecek kestirimleri. Yüksek Lisans Tezi. Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Haberl, H., Wackernagel, M., and Wrbka, T., 2004. Land use and sustainability indicators: an introduction. *Land Use Policy*, 21(3); 193–98.
- Hansen, A. and F. di Castri. eds. 1992. *Landscape boundaries*. New York.
- Hanski, I. and Gilpin, M. 1991. Metapopulation dynamics - brief history and conceptual domain. *Journal of Linn Soc*, 42; 3–16.
- Hasse, J.E. and Lathrop, R.G. 2003. Land resource impact indicators of urban sprawl. *Applied Geography*, 23(2-3); 159–175.
- Hegde, P.N., Muralikrishna, I.V. and Chalapatirao, K.V. 2008. Settlement growth prediction using neural network and cellular automata. *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 419-428.
- Heikkila, Eric and Peiser, Richard. 1992. Urban sprawl, density, and accessibility. *Papers in Regional Science*, 71(2); 127-138.
- Helzer, C.J. and Jelinski, D.E. 1999. The relative importance of patch area and perimeter-area ratio to grassland breeding birds. *Ecological Applications*, 9(4); 1448–1458.
- Herkert, J.R. 1994. The effects of habitat fragmentation on midwestern grassland bird communities. *Ecological Applications* 4(3); 461-471.
- Herold, M., Goldstain, N. and Clarke, K.C. 2003. The Spatio Temporal Form of Urban Growth: Measurement, Analysis and Modeling. *Remote Sensing Environment*, 86(3); 286-302.
- Herold, Martin and Scepan, Joseph and Clarke, Keith. 2002. The use of remote sensing and landscape metrics to describe structures and changes in urban land uses. *Environment and Planning A*, 34(8); 1443-1458.

- Holcombe, R.G., Pope, C. and Bast, J.L. 1999. Urban Sprawl: Pro and Con, PERC Reports, Political Economy Research Center.
- Hosmer, D.W. and Lemeshow, S. 2000. Applied Logistic Regression, John Wiley and Sons, New York.
- Houet, T., Verburg, P.H. and Loveland, T.R. 2010. Monitoring and modelling landscape dynamics. *Landscape Ecology*, 25(2); 163–167.
- Hu, Z. and Lo, C.P. 2004. Modeling urban growth in atlanta using logistic Regression. *Computers Environment and Urban Systems*, 31(6); 667–688.
- Jansen, H. 1935. Ankara İmar Planı Raporu. *Belediyeler Dergisi*, 2; 23–40.
- Jenerette, G.D. and Poterie, D. 2010. Global analysis and simulation of land-use change associated with urbanization. *Landscape Ecology*, 25(5); 657–670.
- K, Chandrasekar and Sai M.V.R., Sessa and Roy, Parth and R.S., Dwevedi. 2010. Land Surface Water Index (LSWI) response to rainfall and NDVI using the MODIS vegetation index product. *International Journal of Remote Sensing*, 31(15); 3987- 4005.
- Kareiva, P. 1990. Population dynamics in spatially complex environments: theory and data. *Phil.Trans. R. Soc. Lond. B*, 330(1252); 175-190.
- Kaya, Ö. 2016. CBS ve uzaktan algılama yöntemleri ile kayseri'nin şehirselleşiminin izlenmesi ve modellenmesi. Yüksek Lisans Tezi. Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Kaya, S. H., Terzi, F. and Bölen, F. 2009. Kentsel Doku ile Şehirselleşim Biçimi Arasındaki İlişkinin Mekânsal Analizi; İstanbul Örneği. Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu, Aralık 2009; İzmir.
- Kaya, Ş., İnce, D. and Şahin, M. 2002. Uydu Görüntülerinin Çözünürlüğe Bağlı Geometrik Doğruluğunun GPS Ve Harita Koordinatları Kullanılarak Analizi. Selçuk Üniversitesi 102 Jeodezi ve Fotogrametri Mühendisliği öğretiminde 30. Yıl Sempozyumu, 16-18 Ekim 2002; Konya.
- Keleş, R. ve Duru, B . 2014. Ankara'nın ülke kentleşmesindeki etkilerine tarihsel bir bakış. *Mülkiye Dergisi*, 32 (261); 27-44.
- Knaap, G., 2002. Talking Smart in the United States. Gouda: International Meeting on Multiple Intensive Land Use, Habiform.
- Knox, P.L. 1993. *The Restless Urban Landscape*. Englewood Cliffs, NJ: PrenticeHall, Kostmayer, P. H. 1989. *The American Landscape in the 21st century*. *Congressional Record*, 135; 1-95.
- Knox, P.L. 1994. *Urbanization: Introduction to Urban Geography*. New Jersey: Prentice Hall.
- Kocabas, V. and Dragicevic, S. 2006. Assessing cellular automata model behaviour using a sensitivity analysis approach. *Computers Environment and Urban Systems*, 30(6); 921-953.

- LaGro, J. Jr. 1991. Assessing patch shape in landscape mosaics. *Photogrammetric Engineering and Remote Sensing*, 57; 285–293.
- Lal, K., Kumar D. and Kumar, A. 2017. Spatio-temporal landscape modeling of urban growth patterns in dhanbad urban agglomeration, india using geoinformatics techniques. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Sciences* 20(1); 91–102.
- Landis, J. 1995. Imaging land use features: applying the california urban futures model. *Journal of the American Planning Association*, 61(4); 438-457.
- Lavers, C. and Haines-Young, R. 1993. Equilibrium Landscapes and Their Aftermath: Spatial Heterogeneity and the Role of New Technology. In: Haines-Young R, Green D, Cousins S (eds.). *Landscape Ecology and Geographic Information System*, Taylor and Francis, London, 57-74.
- Leopold, A. 1933. *Game management*. New York: Charles Scribner's Sons.
- LI, X., Wang, M., Liu, X., Chen, Z., Wei, X., and Che, W. 2018. Mcr-Modified CA-Markov Model for the Simulation of Urban Expansion. *Sustainability*.
- Li, X. and Yeh, A.G. 2000. Modeling sustainable urban development by the integration of constrained cellular automata and GIS. *International Journal of Geographical Information Science*, 14(2); 131-152.
- Liu, Z., Guo, Y. and Liu, Y. 2013. A Compound-type Neighborhood Cellular Automata Model for Land Use Dynamics. 1-9; 10-42; 43-75. London. Web adresi: <http://www.geocomputation.org/2013/papers/58.pdf>  
Erişim Tarihi: 01.09.2015.
- Logan, W., E. R. Brown., D, Longrie., G, Herb., Corthell, R. A. 1985. In E. R. Brown, tech. ed. *Management of wildlife and fish habitats in forests of western Oregon and Washington*. USDA For. Serv. Publ. No. R6-F&WL-192-1985.115-127 p.
- Luck, M. and Wu, J. 2002. A gradient analysis of urban landscape pattern: a case study from the phoenix metropolitan region arizona, USA. *Landscape Ecology* 17; 327-339.
- Lv, Z., Dai, F., and Sun, C. 2012. Evaluation of urban sprawl and urban landscape pattern in a rapidly developing region. *Environmental Monitoring and Assessment*, 184(10); 6437-6448.
- Ma, Y., Shen, Z., Zhou, D. and Wang, K. 2012. A planning tool for simulating urban growth process and spatial strategy of urban development in chuandong, china. z. shen içinde. *Geospatial Techniques in Urban Planning*, 27-48.
- McDonnell, M.J., Pickett, S., Groffman, P. and Bohlen, P. 1997. Ecosystem processes along an urban-to-rural gradient. *Urban Ecosys.* 1; 21–36.
- McDonnell, MJ., Pickett, S.T.A. and Pouyat, R.V. 1993. The application of the ecological gradient paradigm to the study of urban effects. 175–189.

- McGarigal, K., Cushman S.A., Neel M.C. and Ene E. 2002. Fragstats: Spatial pattern analysis program for categorical maps. Computer software program. Amherst, MA: University of Massachusetts. Web Sitesi: <http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.htm> Erişim Tarihi: 10.02.2017.
- McGarigal, K., Cushman, S.A. and Ene, E. 2012. Fragstats v4: spatial pattern analysis program for categorical and continuous maps, computer software program produced by the authors at the university of massachusetts, amherst, available. Web Sitesi: [www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html](http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html) Erişim Tarihi: 18.04.2017.
- McKinney, M.L. 2002. Urbanisation, Biodiversity And Conservation. *Bioscience*, 52(10); 883–890.
- Meaille, R. and Ward, L. 1990. using geographical information systems and satellite Imagery Within A Numerical Simulation of Regional Urban Growth. *International Journal of Geographical Information Systems*, 4(4); 445-456.
- Metrik kaynakları
- Mladenoff, D.J., Sickley, T.A. and Wydeven, A.D. 1999. Predicting gray wolf landscape recolonization: logistic regression models vs. new field data. *Ecological Applications* 9(1); 37–44.
- Mohammady S., Delavar, M.R. and Pahlavani, P. 2014. Urban growth modeling using an artificial neural network a case study of Sanandaj City, Iran. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, No: XL-2/W3.
- Moore, N.W. and Hooper, M.D. 1975. On the number of bird species in british woods. *Biological Conservation*. 8(4); 239–250.
- Moran, P. 1948. The interpretation of statistical maps. *Journal of the Royal Statistical Society*, 10; 243–251.
- Morgan, K.A. and J.E. Gates. 1982. Bird population patterns in forest edge and strip vegetation at remington farms. *Maryland. J. Wildl. Manage.* 46(4); 933-944.
- Munroe, D.K., Croissant, C., and York, A.M. 2005. Land use policy and landscape fragmentation in an urbanizing region: Assessing the impact of zoning. *Applied Geography*, 25(2); 121-141.
- Nechyba, T. and Walsh, R. 2004. Urban sprawl. *Journal of Economic Perspectives*, 18; 177–200.
- Newman, P. and Kenworthy, J. 1989. Gasoline consumption and cities: A comparison of us cities with a global Survey. *Journal of the American Planning Association*, 55(1), 24–37.
- Oğuzlar, A. 2005. Lojistik Regresyon Analizi Yadimiyla Suçlu Profilinin Belirlenmesi. *İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(1);21- 35.



- Okwuashi, O., Isong, M., Eyo, E., Eyoh, A., Nwanekezie, O., Olayinka, D. N., Udoudo, D.O. and Ofem, B. 2012. GIS cellular automata using artificial neural network for land use change simulation of lagos, Nigeria. *Journal of Geography and Geology*, 4(2); 94-101.
- Oruç, M. 2003. Zonguldak bölgesindeki doğal olmayan çevresel değişimlerin uydu görüntü verileri ile analizi. Yüksek Lisans Tezi. Zonguldak Karaelmas Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Zonguldak.
- Osaragi, T. ve Kurisaki, Y. 2000. A Method for Estimating Land Use Transition Probability Using Raster Data. In book: *Innovations in Design and Decision Support Systems in Architecture and Urban Planning*
- O'Sullivan, D. and Unwin D. 2002, *Geographic Information Analysis*. John Wiley and Sons, 432 p.
- Özcan, H. 2006. İstanbul'da kentsel yayılmanın yapay sınır ağları ile öngörülmesi. Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Padmanaban, Rajchandar and Bhowmik, Avit and Cabral, Pedro and Alexander, Zamyatin and Almegdadi, Oraib and Wang, Shuangao. 2017. Modelling Urban Sprawl Using Remotely Sensed Data: A Case Study of Chennai City, Tamilnadu. *Entropy*.
- Paleari, S. 2017. Is the european union protecting soil? A critical analysis of community environmental policy and law. *Land use policy*, 64;163-173.
- Pandey, A.C., Kumar, A. 2015. Spatio-temporal variability of surface water quality of fresh water resources in ranchi urban agglomeration, India using geospatial techniques. *Appl. Water Sci*, 5 (1); 13–26.
- Pickett, S.T.A., Cadenasso, ML., Grove, JM., Nilon, CH., Pouyat, RV. and Zipperer, WC. 2001. Urban ecological systems: linking terrestrial ecological, physical and socioeconomic components of metropolitan areas. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 32; 127-157.
- Pijanowski, B.C., Long, D.T., Gage, S.H. And Cooper, W.E. 1997. A land transformation model: conceptual elements, spatial object class hierarchies, gis command syntax and an application for michigan's saginaw bay watershed. Web Sitesi: [http://www.ncgia.ucsb.edu/conf/landuse97/papers/pijanowski\\_bryan/paper.htm](http://www.ncgia.ucsb.edu/conf/landuse97/papers/pijanowski_bryan/paper.htm) Erişim Tarihi: 01.09.2015.
- Poelmans, L. and Van Rompaey, A. 2009. Detecting and modelling spatial patterns of urban sprawl in the Flanders–Brussels region (Belgium). *Landscape and urban planning*.
- Qiang, Y. and Lam, N. 2015. Modeling land use and land cover changes in a vulnerable coastal region using artificial neural networks and cellular automata. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(3); 1–16.

- Rahnam, M.R., Wyatt R. and Heydari A. 2015. What happened from 2001 to 2011 in Melbourne? Compactness versus sprawl. *Sustainable Cities and Society*, 19; 109–120.
- Ranney, J.W., Bruner, M.C. and Levenson, J.B. 1981. The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands.
- Riccioli, F., El Asmar, T., El Asmar, J. -, Fagarazzi, C. and Casini, L. 2016. Artificial neural network for multifunctional areas. *Environmental Monitoring and Assessment*, 188(1); 1-11.
- Robbins, C.S., Dawson, D.K. and Dowell, B.A. 1989. Habitat area requirements of breeding forest birds of the middle atlantic states. *Wildlife Monographs* 103; 1–34.
- Romano B., Zullo F., Fiorini L., Marucci A. and Ciabò S. 2017. Land transformation of Italy due to half a century of urbanization, *Land Use Policy*, 67; 387-400. Web Sitesi: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.06.006>. Erişim Tarihi: 12.08.2018.
- Romme, W.H. 1982. Fire and landscape diversity in subalpine forests of Yellowstone National Park. *Ecol. Monogr.* 52; 199-221.
- Saner, M. 2014. Ankara'nın Kentsel Gelişim Sürecinde Ankara Garı ve Çevresi. Web Sitesi: <https://mimariproje2011.files.wordpress.com/2014/03/sunum-20140306.pdf>, Erişim Tarihi: 03.04.2018.
- Saunders, D.A., Hobbs, R. and Margules, C.R. 1991. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 1; 18–32.
- Seto, K.C., Woodcock, C.E., Song, C., Huang, X., Lu, J. and Kaufmann, R.K. 2002. Monitoring land use change in the Pearl River Delta using Landsat TM. *Int. J. Remote Sens.* 23 (10); 1985–2004.
- Shochat, Eyal, et al. 2006. From patterns to emerging processes in mechanistic urban ecology. *Trends in ecology and evolution*, 21(4);186-191.
- Silva, E.A., Clarke K.C. 2002. Calibration of the sleuth urban growth model for Lisbon and Porto, Spain. *Computers Environment and Urban Systems*, 26; 525-552.
- Soja, E. 1989. Postmodern geographies: the reassertion of space in critical social theory.
- Strelke, W.K. and J.G. Dickson. 1980. Effect of forest clearcut edge on breeding birds in Texas. *Journal of Wildlife Management*, 44(3); 559–567.
- Sudhira, N.S. and Nagendra, H. 2013. Local assessment of Bangalore: graying and greening in Bangalore – impacts of urbanization on ecosystems, ecosystem services and biodiversity. *Urbanization, Biodiversity and Ecosystem Services: Challenges and Opportunities*, 75-91.
- Sui, D.Z., Zeng, H. 2001. Modeling the dynamics of landscape structure in Asia's emerging desakota regions: A case study in Shenzhen. *Landscape and Urban Planning*, 53(1-4), 37-52.

- Sukopp, H. 1990. Urban ecology and its application in Europe. In: Sukopp H., Hejny S. and Kowarik I. (eds), *Urban Ecology: Plants and Plant Communities in Urban Environments*. SPB Academic Publishing bv, The Hague, The Netherlands. 2–22.
- Şen, E. 2014. Ankara şehri mesken alanlarının gelişimi -gecekondu sorunu açısından-. *Türk Coğrafya Dergisi*, 0 (26); 73-86. Web Sitesi: <http://dergipark.gov.tr/tcd/issue/21261/228234> Erişim Tarihi:08.07.2017.
- Şenyapılı, T. 2004. *Barakadan Gecekonduya, İletişim yayını*, İstanbul.
- Tagil, Görmüş and Cengiz 2018. The relationship of urban expansion, landscape patterns and ecological processes in Denizli, Turkey. *Journal of the Indian Society of Remote Sensing*, 46(8): 1285–1296
- Takeyama, M. 1996. Geocellular: A general platform for dynamic spatial simulation . in E. Besussi And A. Cecchini Eds *Artificial Worlds and Urban Studies*, 347–364.
- Tankut, G. 1993. *Bir başkent in imarı: 1929-1939. Anahtar Kitaplar*, İstanbul.
- Tanrıöver, Akın ve Anıl. 2011. Adana kentsel gelişiminin uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri kullanılarak modellenmesi. *Çukurova Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Adana.
- Taylor, P. D., L. Fahrig, K. Henein, and G. Merriam. 1993. Connectivity is a vital element of landscape structure. *Oikos* 73; 43-48.
- Tekeli, İ.1986.*Ankara 1995 den 2015'e A.B.B. EGO Gn.Md. yayını*, 4-5s., Ankara
- Thomas, D. 1974. The urban fringe: approaches and attitudes. in Johnson (ed.), *Suburban Growth, Geographical Process at the Edge of the Western City*, Aberdeen University Press, Aberdeen.
- Thomas, J.W., Maser C., and Rodiek, J.E. 1978. Edges--their interspersions, resulting diversity, and its measurement. In R. M. Degraff, tech. coord. *Proceedings of the workshop on nongame bird habitat management in the coniferous forests of the western United States*. Gen. Tech. Rep. PNW-64.
- Tian, Y., Jim, C. Y. and Wang, H. 2014. Assessing the landscape and ecological quality of urban green spaces in a compact city. *Landscape and Urban Planning*, 121; 97-108.
- Tobler, W.R., 1970, A computer model simulating urban growth in the detroit region. *Economic Geography*, 46(1); 234–240.
- Torrens, P. M. and M. Alberti 2000. *Measuring sprawl*. Working Paper 27. Centre for advanced spatial analysis. University College, London.
- Torrens, P. M., Alberti, M. 2000. *Measuring Sprawl*. Web Sitesi: <https://www.ucl.ac.uk/bartlett/casa/sites/bartlett/files/migrated-files/paper27.pdf>. Erişim Tarihi: 24. 02. 2018

- Torrens, P.M. 2000. How cellular models of urban systems work, WP-28, centre for advanced spatial analysis. University College, London. Web Sitesi: [http://www.casa.ucl.uk/-how\\_ca\\_work.pdf](http://www.casa.ucl.uk/-how_ca_work.pdf). Erişim Tarihi: 02.07.2017.
- Torrens, P.M. and O'Sullivan, D. 2001. Cellular automata and urban simulation: where do we go from here. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 28; 163-168.
- Turner, B.L., Moss, R.H. and Skole, D.L. 1993. relating land use and global land cover change: A proposal for an IGBP-HDP core project. International - Geosphere- Biosphere Program. IGBP Report No: 24, Stockholm: Royal Swedish Academy of Sciences. HDP Report No: 5.
- Turner, M.G. 1987. Spatial simulation of landscape changes in georgia: a comparison of 3 transition models. *Landscape Ecology*, 1(1); 29-36.
- Turner, M.G. 1990. Spatial and temporal analysis of landscape patterns. *Landscape Ecology* 4(1); 21-30.
- Türel, A. 1986. Yerel Yönetimlerin Konut Projelerinin Finansmanında Kullanabilecekleri Kaynaklar. YerelYönetimlerin Konut Sektöründeki Rolü Semineri. 17-19 Mart 1986; Mersin.
- Türkiye İstatistik Kurumu, 2014. Web Sitesi: <http://www.tuik.gov.tr> Erişim Tarihi:12.10.2017.
- Ulusoy, A. ve Vural, T. 2001.Kentleşmenin sosyo ekonomik etkileri. *Belediye Dergisi*, 12(7).
- Un. 2007. United Nations Population Division. World urbanization prospects. The Revision Population Database.
- United Nations. 2002. Human Development Report.
- Veldkamp, A. and Fresco, L.O. 1996. Clue: A conceptual model to study the conversion of land use and its effects. *Ecological Modeling*, 85(2-3); 253-270.
- Verburg, P.H., and Veldkamp, A. 2004. Projecting land use transitions at forest fringes in the philippines at two spatial scales. *Landscape Ecol.* 19 (1); 77-98.
- Verburg, P.H., Soepboer, W., Veldkamp, A., Limpiada, R., Espaldon, V. and Mastura, S.S.A. 2002, Modeling the spatial dynamics of regional land use: the clue-s model. *Environmental Management*, 30 (3); 391-405.
- Walton, W. 2000. Windfall sites for housing: An underestimated resource. *Urban Studies*, 37(2); 391- 409.
- Wang, Y. and Zhang, X. 2001. A Dynamic modeling approach to simulating socioeconomic effects on landscape changes. *Ecological Modeling*. 140(1-2), 141-162.
- Weber, M. 2000. Modern Kentin Oluşumu. Bakış yayıncılık, İstanbul.

- Weijers, D. 2012. The suitability of GIS methods for analyzing urban sprawl, and the influence of scale. MSc Thesis. Utrecht University, Faculty of Geosciences, Amsterdam.
- Welch, R. and Usery, L.E. 1984. Cartographic accuracy of landsat 4 mss and tm image data. *IEEE, Transaction on Geoscience and Remote Sensing*, 22(3).
- Wessels, K.J., Rayers, B., Van Jaarsveld, A.S. and Rutherford, M.C., 2003. Identification of potential conflict areas between transformation and biodiversity conservation in north-eastern South Africa. *Agric. Ecosyst. Environ.* 95 (1); 157–178.
- White, R. and Engelen, G. 1997. Cellular dynamics and GIS: modeling spatial complexity. *Geographical Systems*, 1; 237–253.
- Whitcomb, R.F., C.S. Robbins and L.F. Lynch, et al. 1981. Effects of forest fragmentation on avifauna of the eastern deciduous forest. In *Forest island dynamics in man-dominated landscapes*, eds. R.L. Burgess and D.M. Sharpe, 125–205.
- White, R. and Engelen, G. 2000. High-resolution integrated modelling of the spatial dynamics of urban and regional systems. *Computers, Environment and Urban Systems*, 24(5); 383-400.
- White, R. and Engelen, G. 1997. Cellular automata as the basis of integrated dynamic regional analysis. *Environmental and Planning B: Planning and Design*, 24; 235-246.
- Wilson, A. 2000. *Complex Spatial Systems: The Modeling Foundations of Urban and Regional Analysis* Harlow, England: Prentice Hall. With different proportions of suitable habitat: A review. *Oikos*, 71;355–366.
- With, K.A. 1999. Landscape conservation: A new paradigm for the conservation of biodiversity. in *issues in landscape ecology*, eds. J.A. Wiens and M.R. Moss, 78–82.
- Wolfram, S. 1984. Cellular automata as models of complexity. *Nature*, 311; 419-424.
- Wu, F. and Martin, D. 2002. Urban expansion simulation of Southeast England using population surface modelling and cellular automata. *Environ. Plann. A* 34(10); 1855–1876.
- Wu, F. And Webster, C.J. 1998. Simulation of land development through the integration of cellular automata and multi-criteria evaluation. *Environment and Planning: Planning and Design*, 25; 103-126.
- Wu, J. and Loucks O.L. 1995. From balance of nature to hierarchical patch dynamics: A paradigm shift in ecology. *The Quarterly Review of Biology* 70(4); 439–466.
- Xu, Gang and Jiao, Limin and Liu, Jiafeng and Shi, Zhongkui and Zeng, Chen and Liu, Yaolin. 2019. Understanding urban expansion combining macro patterns and micro dynamics in Southeast Asian megacities from 1990 to 2014: Bangkok, Ho Chi Minh City, and Manila. *Science of The Total Environment*.

- Yang, X., and Lo, C.P. 2003. Modeling urban growth and landscape changes in the Atlanta metropolitan area. *International Journal of Geographical Information Science*, 17; 463-488.
- Yavuz, F. 1980 *Kentsel Topraklar*, AÜ SBF Yayınları, Ankara.
- Yazici, A.D. 2017. Tokat ilinde kentsel büyümenin simülasyon modeli ile araştırılması. Yüksek Lisans Tezi. Ondokuz Mayıs Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Samsun.
- Yeh, A.G. and Li, X. 2000. Urban simulation using neural networks and cellular automata for land use planning. *Symposium on Geospatial Theory, Processing and Applications*. Web Sitesi: [http://200.17.137.109:8081/xiscanoe/downloads/publicacoes/redes-neurais-artificiais-e-automatos-celulares/a\\_g-o\\_Yeh.pdf](http://200.17.137.109:8081/xiscanoe/downloads/publicacoes/redes-neurais-artificiais-e-automatos-celulares/a_g-o_Yeh.pdf) Erişim Tarihi: 10.10.2016.
- Zha, Y., Gao, J. and Ni, S. 2003. Use of normalized difference built-up index in automatically mapping urban areas from TM imagery. *Int. J. Remote Sens*, 24; 583–594.
- Zhang, X. 2016. Urban growth modeling using neural network simulation: A case study of dongguan city, China. *Journal of Geographic Information System*, 8; 317-328.
- Zhao, H.M. and Chen, X.L. 2005. In *Proceedings of 2005 IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium* “Use of normalized difference bareness index in quickly mapping bare areas from tm/etm+”. 25–29 July 2005; Seoul/Korea.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Serhat CENGİZ

Doğum Yer : İstanbul

Doğum Tarihi : 03/09/1983

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

### Eğitim Durumu

Lisans: Bartın Üniversitesi Orman Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü (2011)

Lisans: Ankara Üniversitesi Dil Tarih Coğrafya Fakültesi Antropoloji Bölümü (Devam ediyor)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

(09/2011 ve 12/2013)

Yüksek Lisans: Bartın Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Planlama ve Tasarım Anabilim Dalı

(09/2013 ve 09/2015)

### Çalıştığı Kurum

İnönü Üniversitesi Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi Peyzaj Mimarlığı Bölümü (2015- ....)

### Yayınlar (SCI)

Varol, T., Görmüş, S., **Cengiz S**, Özel H. B and Çetin M. 2019. Determining potential planting areas in urban regions. Environmental Monitoring and Assessment, 191(3).

Tağıl, Ş, Görmüş, S and **Cengiz S**. 2018. The relationship of urban expansion, landscape patterns and ecological processes in Denizli, Turkey. Journal of the Indian Society of Remote Sensing, 46(8); 1285-1296.

- Görmüş, S, **Cengiz, S.** and Tağıl, Ş. 2018. Proposing an agricultural belt to protect a city's semi-rural characteristics: The example of Bartın, Turkey. *Landscape Research*, 1-17.
- Artar, M., Görmüş, S. and **Cengiz, S.** 2016. landscape assessments in bartın tr via green infrastructure approach. *The Journal of Environmental Protection and Ecology*, 17(2); 737-746.
- Yılmaz, B., Doğan, D., Ateş, O., **Cengiz, S.** and Görmüş, S. 2016. sustainable use of agricultural lands in the scope of urban agriculture the sample of Malatya Turkey. *The Journal of Environmental Protection and Ecology (JEPE)*, 17(4); 1401-1407.

### **Hakemli Dergiler**

- Görmüş, S., Atmış, E., Günşen, H.B., Artar, M., Özkazanç, N.K. and **Cengiz S.** 2017. The village-based determination of ecotourism potential of the küre mountains national park. *International Journal of Turkic World Tourism Studies*, 2(2).
- Cengiz, S.**, Görmüş, S. and Tağıl, Ş. 2017. modelling the interaction between urban sprawl and agricultural landscape around Denizli City, Turkey. *Journal of Digital Landscape Architecture*, 2(2); 28-4.
- Çelikyay H. S, **Cengiz S**, Görmüş, S. 2015. Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Bartın İli nin Arazi Kullanım Uygunluk Analizi. *International Journal of Bartın Faculty of Forestry*, 17(25-26).
- Görmüş, S., Oğuz, D. and **Cengiz, S.** 2013. Modeling of village character using landscape character analysis approach. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 15(1-2); 39-48.

### **Ulusal Kongre Sunum**

- Yılmaz B, **Cengiz S** ve Aslan F. 2016. Arazi Kullanım Politikalarının Arazi Kullanım Kategorileri Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi Malatya Kenti 2018 2045 Simülasyonu. 6. Peyzaj Mimarlığı Kongresi "Söylem Ve Eylem"
- Cengiz, S.**, Oğuz, D., Görmüş, S. ve İşikezer A. 2016. Mekânın Yeniden Üretiminde Neoliberal Politikaların Etkisi Ankara Kenti. 6. Peyzaj Mimarlığı Kongresi. Söylem Ve Eylem.
- Tağıl, Ş., Görmüş, S. ve **Cengiz, S.** 2016. Denizli de Kentsel Yayılma Peyzaj Deseni Ve Ekolojik Süreç İlişkisi. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu 2016.



- Görmüş, S. ve **Cengiz S.** 2016. Denizli de Kentsel Büyüme Yönlendiren Değişkenlerin Analizi. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu 2016.
- Cengiz, S. ve Yılmaz B.** 2016. Malatya da Arazi Kullanım Örtüsünün Modellenmesi 2025-2045 Arazi Kullanımı Örtüsü Simülasyonu. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Sempozyumu 2016.
- İlke, E.F. ve **Cengiz S.** 2015. Kentsel Alanlarda Yeşil Altyapı Sisteminin Oluşturulması Ankara Örneği. Ekoloji 2015.
- Görmüş, S., Özdemir, G., Nas, İ. Ve **Cengiz S.** 2015. Kırsal Kimliğin Sürdürülebilirliği için Köy Mahalle Tasarım Rehberleri. Ekoloji 2015.
- Görmüş, S., Nas, İ., **Cengiz, S.** ve Özdemir, G. 2015. Sürdürülebilirlik ve Arazi Kullanım Entegrasyonu Denizli Kenti Örneği. Ekoloji 2015.
- Cengiz, S. ve Görmüş, S.** 2014. Kentsel Yayılmanın Etkileyeceği Potansiyel Alanların Uzaktan Algılama ve CBS ile Belirlenmesi. 8 Kasım Dünya Şehircilik Günü 38. Kolokyumu.
- Cengiz, S., Görmüş, S. ve Ateşoğlu A.** 2014. Uzaktan Algılama Aracılığıyla Tarımsal Peyzaj Karakterizasyonu. Uzal CBS 2014.
- Görmüş, S., Oğuz, D. ve **Cengiz, S.** 2013. Peyzaj Karakter Analizi Yaklaşımlarının Ekolojik Boyutu. Peyzaj Mimarlığı V Kongresi, 2013(6); 700-713.
- Cengiz, S., Görmüş, S., Çakır, G. Ve Toklu Ö.** 2013. Ekolojik Ulaşım Planlaması Bartın Örneği. Peyzaj Mimarlığı V Kongresi, 2013(6); 1014-1027.
- Hacıağaoğlu, B., Sunar, A.F. Oğuz, D., Eşbah, H., Görmüş, S. ve **Cengiz S.** 2012. Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sisteminin Peyzaj Karakter Analizinde Uygulanabilirliği. Uzal CBS 2012.
- Görmüş, S. ve **Cengiz, S.** 2011. Ekolojik Bir Olgu Olarak Kent Fenomeni Bartın Kent Makroformu Üzerine Değerlendirme. Ekoloji 2011; 63-63.

### **Uluslararası Kongre Sunum**

- Cengiz, S. and Oğuz D.** 2018. International Geography Symposium On The 30TH Anniversary Of Tucaum. "Kentsel Peyzaj Deseninin Geçiş Analizleri: Ankara Kenti Örneği". 3-6 October 2018; Ankara/Turkey.
- Görmüş, S., Yılmaz, B ve **Cengiz S.** 2018. International Geography Symposium On The 30th Anniversary Of Tucaum. Peyzaj Metrikleri Kullanarak Peyzaj Dinamiklerinin Analizi: Malatya Kenti. 3-6 October 2018; Ankara/Turkey.
- Görmüş, S., Yılmaz, B., ve **Cengiz, S.** 2018. Eski Kent Merkezlerinde Dönüşüm ve Kentsel Tasarım Vizyonu: Malatya Battalgazi Suriçi Örneği. Uluslararası

- Kentleşme ve Çevre Sorunları Sempozyumu: Değişim/Dönüşüm/Özgünlük. 18-30 Haziran 2018; Eskişehir/Türkiye.
- Yılmaz, B., Görmüş, S. ve **Cengiz S.** 2018. Malatya Kenti İçin Akıllı Kent Modeli Önerisi. Uluslararası Kentleşme ve Çevre Sorunları Sempozyumu: Değişim / Dönüşüm / Özgünlük.18-30 Haziran 2018; Eskişehir/Türkiye.
- Görmüş, S., Yılmaz, B. and **Cengiz S.** 2018. International Ecology 2018 Symposium. “Cultural Landscape Assessment Approach of the Tourism Sector in Turkey: MalatyaCase”. 19-23 June 2018; Kastamonu/Turkey.
- Görmüş, S., Atmış, E., Günşen, H.B., Artar, M., Özkazanç, N.K. ve **Cengiz S.** 2017. The Village-Based Determination Of Ecotourism Potentials Of The Küre Mountains National Park. I. International Sustainable Tourism Congress, 132-144.
- Görmüş, S., **Cengiz, S.** ve Tağıl, Ş. 2017. International Symposium On Gıs Applicationsin Geography And Geosciences “Identification of Future Land-Use Conflict and Landscape Pattern in Denizli, Turkey” . 416-426.
- Cengiz S,** Görmüş S, Tağıl Ş. 2017. Modelling of the Interaction Between urban Sprawl and Agricultural Landscape Around Denizli City, Turkey. 18th International Conference on Digital Landscape Architecture, 28(41).
- Yılmaz, B., **Cengiz, S.,** Aslan, F., Tuna, A. ve Ateş, O. 2017. Peyzaj Mimarlığı Eğitiminde Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama Tekniklerinin Kullanımı. ICITS 2017 – 11. Uluslararası Bilgisayar ve Öğretim Teknolojileri Sempozyumu. Malatya.
- Cengiz, S.,** Oğuz, D. and Görmüş S. 2017. Urban Sprawl and Land Transformation of Three Different Scaled Urban Areas in Turkey. 6th Le:Notre Institute landscape Forum.
- Atmış, E., **Cengiz S. ve** Görmüş, S. 2017. The Impact of Economic Growth Oriented Development Policies on Green Infrastructure Efforts in Turkey. Green Infrastructure: Nature Based Solutions for Sustainable and Resilient Cities, 201.
- Cengiz, S.,** Oğuz, D. and Görmüş, S. 2016. 4th International “Geography Symposium Temporal and Spatial Analysis of the Interactionbetween Urban Sprawl and Land Transformationin Different Urban Scales in Turkey”. 23 - 26 May 2016 / Kemer, Antalya, Turkey
- Cengiz, S.,** Görmüş, S., Yılmaz, Ş. and Yılmaz B. 2016. 4th International Geography Symposium “Modeling of Urban Sprawl Using Remote Sensing Dataand Multinomial Logistic Regression Analysis A Case Study of Malatya Turkey”. 23-26 May 2016; Antalya/Turkey.
- Cengiz, S,** Oğuz D. ve Görmüş S. 2016. 4th International Geography Symposium “Türkiye de Kentsel Yayılma ve Arazi Dönüşümü Etkileşiminin Farklı Kent

Ölçeklerinde Zamansal ve Mekânsal Analizi ” 739-747. 23-26 May; Antalya/Turkey.

Görmüş, S., **Cengiz, S.**, Özdemir, G. and Nas, İ. 2015. Evaluation Of Pressure Of The Urban Sprawl On Cultural Landscape. Macodesu 2015.

Yılmaz, B, **Cengiz S**, Görmüş S, Ateş, O. and Doğan D. 2015. The Effects Of Urban Sprawl On Apricot Gardens In Malatya Turkey. Macodesu 2015.

Artar, M, Görmüş, S. and **Cengiz, S.** 2015. Landscape Assessments In Bartın Tr Via Green Infrastructure Approach. Macodesu 2015.

Görmüş, S., **Cengiz, S.** and Özdemir, G. 2014. Role of the agrarian landscape in urban sustainability Case study Bartın City. Eclac Conference Porto 2014 Landscape: A Place Of Cultivation, 2014(1); 235-238.

Görmüş, S., Oğuz, D. and **Cengiz S.** 2014. A methodology for reducing of conservation conflicts landscape character analysis. 1st European Conference for the Implementation of the UNESCO-SCBD Joint Programme on Biological and Cultural Diversity –Linking Biological and Cultural Diversity in Europe.

Görmüş, S., Oğuz, D. and **Cengiz S.** 2013. Mapping and modelling of village landscape character Digital LA 2013 Connectivity and Collaboration in Planning and Design.

Artar, M., Görmüş, S. and **Cengiz, S.** 2012. Ecological Corridors Sustainability and Interaction of Human River Ecosystems Bartın River Case TR. Green infrastructure: from global to local.

### **Yazılan ulusal/uluslararası kitaplar veya kitaplardaki bölümler**

Cengiz, S., Görmüş, S., Yılmaz Ş, and Yılmaz, B. 2018. Science, Ecology and Engineering Research inthe Globalizing World, Bölüm adı:(Modeling of Urban Sprawl Using Remote Sensing Data and Multinomial LogisticRegression Analysis: A Case Study of Malatya, Turkey. St. Kliment Ohridski University Press, No: 1, 534 p.

Görmüş, S., Atmış, E., Artar, M., Özkazanç, N.K., Günşen, H.B., **Cengiz, S ve** Tekebaş S. 2015. Küre Dağları Milli Parkı Köy Tasarım Rehberleri. Bartın Üniversitesi Yayınları No:1 234 s.

### **Projelerde Yaptığı Görevler:**

RotaMalatya: Destinasyonlar ve Turizm Olanaklarına Yönelik Bölgesel Rota Planlaması ve İnteraktif Tasarımı, Kalkınma Bakanlığı (**Proje koordinatör Yrd.**) (Devam Ediyor)

Peyzaj Desen Süreç Etkileşiminin Modellenmesi ve Ankara Kenti için Sürdürülebilir Arazi Kullanım Stratejilerinin Geliştirilmesi, TÜBİTAK 1001 Araştırma projesi **Bursiyer** (Devam ediyor)

Kırsal Kalkınma ve Turizm Stratejileri Bağlamında Çok Boyutlu Arazi Kullanım Planlaması Arapgir Örneği Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi **Araştırmacı**, (Devam ediyor)

Kentsel Kırsal Kuşaklarda Peyzaj Deseni ve Ekolojik Süreç Etkileşimi; Denizli Örneği, TÜBİTAK 3501 Araştırma projesi **Bursiyer** (15/09/2013- 13/07/2016)

Kentsel Sürdürülebilirliğin Sağlanmasında Tarımsal Peyzaj Karakterinin Rolü Bartın Örneği, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, **Araştırmacı**, (06/09/2013- 29/12/2015)

Coğrafi Bilgi Sistemleri ile Bartın İlinin Arazi Kullanım Uygunluk Analizi, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, **Araştırmacı**, (04/03/2014- 29/12/2015)

Bartın Kentinde Yeşil Altyapı Yaklaşımı ile Peyzaj Değerlendirmeler, Yükseköğretim Kurumları tarafından destekli bilimsel araştırma projesi, **Araştırmacı**, (20/03/2014 - 29/12/2015)

Küre Dağları Milli Parkı Bartın Bölümünde Eko turizm Potansiyeli Belirlenerek Köy Tasarım Rehberlerinin Üretilmesi, Kalkınma Bakanlığı, **Araştırmacı**, (19/06/2014- 20/03/2015)

Kastamonu Bartın Küre Dağları Milli Parkı Örneğinde Peyzaj Karakter Tiplerinin Belirlenmesi, TÜBİTAK 1001 Araştırma projesi **Bursiyer** (15/08/2011- 15/08/2013)