

**T.C.
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PEYZAJ DESEN DEĞİŞİMİNİN MEKÂNSAL METRİKLER ARACILIĞIYLA
ÇOK ZAMANLI OLARAK ÖLÇÜLMESİ: İSTANBUL KENT ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Mücahit KAYA

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Serhat CENGİZ

Ağustos - 2021

**T.C
İNÖNÜ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**PEYZAJ DESEN DEĞİŞİMİNİN MEKÂNSAL METRİKLER ARACILIĞIYLA
ÇOK ZAMANLI OLARAK ÖLÇÜLMESİ: İSTANBUL KENT ÖRNEĞİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Mücahit KAYA
36193624006**

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Dr. Öğr. Üyesi Serhat CENGİZ

Ağustos - 2021

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ

Yüksek lisans eğitimim ve tez aşamasının ilk gününden itibaren her zaman beni cesaretlendiren, bilgi birikimiyle her zaman yol gösteren, bir danışman hocadan daha fazlasını olduğunu her koşulda hissettiren ve hayatım boyunca minnettarlık duyacağım çok değerli danışman hocam sayın Dr. Öğr. Üyesi Serhat CENGİZ'e (İnönü Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü),

Tez çalışmamın jüri üyeliğini yapan sayın Prof. Dr. Bülent YILMAZ'a (İnönü Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü) ve sayın Prof. Dr. Erdoğan ATMIŞ'a (Bartın Üniversitesi, Orman Fakültesi, Orman Mühendisliği Bölümü Ormancılık Politikası Anabilim Dalı) ve değerli katkılardan dolayı sayın Doç. Dr. Sevgi GÖRMÜŞ CENGİZ'e (İnönü Üniversitesi, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü) ve ev arkadaşım Sedat ÇAPKIN'a (İnönü Üniversitesi, Fen ve Edebiyat Fakültesi, Felsefe bölümü),

Hayatım boyunca maddi ve manevi desteklerini hiç bir zaman esirgemeyen çok değerli Anneme ve Babama şükranlarımı ve teşekkürlerimi sunar,

teşekkür ederim.

ONUR SÖZÜ

Yüksek lisans tezi olarak sunduğum “Peyzaj Desen Değişiminin Mekânsal Metrikler Aracılığıyla Çok Zamanlı Olarak Ölçülmesi: İstanbul Kent Örneği” başlıklı bu çalışmanın bilimsel ahlak ve geleneklere aykırı düşecek bir yardıma başvurmaksızın tarafımdan yazıldığına ve yararlandığım bütün kaynakların hem metin içinde hem de kaynakçada yöntemine uygun biçimde gösterilenlerden oluştuğunu belirtir, bunu onurumla doğrularım.

Mücahit KAYA



İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR VE ÖNSÖZ	I
ONUR SÖZÜ.....	II
İÇİNDEKİLER	III
ÇİZELGELER DİZİNİ	IV
ŞEKİLLER DİZİNİ	V
SEMBOLLER VE KISALTMALAR.....	VII
ÖZET.....	X
ABSTRACT	XI
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Araştırmanın Kapsamı ve Sınırları.....	5
1.2 Araştırma Sorusu ve Varsayımlar.....	5
2. LİTERATÜR ÖZETİ.....	7
2.1 Araştırma Konusuna İlişkin Genel Kavramlar.....	7
2.2 Araştırma Konusuna İlişkin Daha Önce Yapılmış Çalışmalar.....	20
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	31
3.1. Materyal.....	31
3.2. Yöntem.....	36
3.2.1. Arazi kullanımı/örtüsü değişiminin belirlenmesi	37
3.2.2. Arazi kullanımı/örtüsü değişim tespit analizi.....	42
3.2.3. Peyzaj metrikleri kullanılarak peyzaj desenin ve habitat alanlarının ölçülmesi	43
4. BULGULAR.....	46
4.1 Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü Değişiminin Belirlenmesi.....	46
4.1.1 Düzey 1 arazi kullanımı/örtüsü değişimi.....	46
4.1.2 Düzey 2 arazi kullanımı/örtüsü değişimi.....	49
4.1.3 Değişim tespit analizi – geçiş matrisi.....	57
4.1.4 Arazi kullanımı/örtüsü değişimine ilişkin genel değerlendirme.....	62
4.2 Peyzaj Desen Değişiminin Ölçülmesi.....	62
4.2.1 Sınıf düzeyi peyzaj metrik ölçümleri.....	63
4.2.2 Peyzaj düzeyi peyzaj metrik ölçümleri.....	78
4.2.3 Habitat alanları düzeyinde peyzaj metrik ölçümleri.....	82
4.3 Karaca Habitat Yaşam Alanlarının Belirlenmesi.....	88
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	90
KAYNAKLAR.....	90
ÖZGEÇMİŞ	95

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1 : Çalışma için kullanılan veri türleri.	31
Çizelge 3.2 : Düzey 1 ve Düzey 2 arazi kategorileri.	39
Çizelge 3.3 : Bantlar arasındaki kesim ve eğim değeri tablosu.	40
Çizelge 3.4 : Vejetasyon indeksleri.	40
Çizelge 3.5 : Su yüzeyleri indeksleri.	41
Çizelge 3.6 : Yapay ve Çıplak yüzey indeksleri.	42
Çizelge 3.7 : Sınıf ve peyzaj düzeyinde kullanılan metrikler.	44
Çizelge 3.8 : Habitat alanları için kullanılan metrikler.	45
Çizelge 4.1 : Düzey 1 de kullanılan arazi sınıflarının yıllara göre değişimi.	46
Çizelge 4.2 : Düzey 2 de kullanılan arazi sınıflarının yıllara göre değişimi.	50
Çizelge 4.3 : 1984-2020 değişim tespit analizi.	57
Çizelge 4.4 : Düzey 1 Kategorileri için metrik ölçümleri.	69
Çizelge 4.5 : 1984-2020 PAFRAC metrik ölçümleri.	75
Çizelge 4.6 : 1984-2020 LSI metrik ölçümleri.	75
Çizelge 4.7 : 1984-2020 FRAC_MN metrik ölçümleri.	76
Çizelge 4.8 : 1984-2020 AI metrik ölçümleri.	77
Çizelge 4.9 : 1984-2020 CORE_MN metrik ölçümleri.	77
Çizelge 4.10 : 1984-2020 Peyzaj seviyesi, alan kenar ve yoğunluk metrik ölçümleri.	79
Çizelge 4.11 : 1984-2020 Peyzaj seviyesinde, metrik ölçümleri.	80
Çizelge 4.12 : 1984-2020 Peyzaj seviyesinde, SHDI metrik ölçümleri.	80
Çizelge 4.13 : Habitat alanları metrik ölçümleri.	82

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 2.1 : Mekânsal boyut (McGarigal, 2015).	10
Şekil 2.2 : Desen üzerinde antropojenik etkiler (McGarigal, 2015).	10
Şekil 2.3 : Peyzaj yapısındaki, peyzaj kompozisyon ve peyzaj konfigürasyon ilişkisi (Spearman 2015; Sarı, 2020).	11
Şekil 2.4 : Matris, koridor ve lekeler ve mozaik kavramlarına örnek. Fischer ve Lindenmayer'den (2000) esinlenilmiştir.	12
Şekil 2.5 : Peyzaj ekolojisinde değişim, yapı ve işlev arasındaki bağlantılar.	14
Şekil 2.6 : Habitatın kaybı ve parçalanmasına ilişkin diyaagram zamansal ve mekânsal parçalanma desenleri (Collinge ve Forman, 1998)'dan uyarlanmıştır.	16
Şekil 2.7 : Nokta desenleri.	17
Şekil 2.8 : Doğrusal ağ desenleri.	17
Şekil 2.9 : Yüzey desenleri.	18
Şekil 2.10 : Kategorik desenler.	18
Şekil 2.11 : Üç analiz düzeyinin kavramsal diyagramı: leke, sınıf / arazi örtüsü tipi ve peyzaj (Botequilha Leitão ve diğ, 2006; Görmüş, 2012).	19
Şekil 3.1 : Çalışma alanı.	32
Şekil 3.2 : Eğim ve bakı haritaları.	33
Şekil 3.3 : TWI, TPI ve Yükseklik haritaları.	34
Şekil 3.4 : İstanbul nüfus değişim grafiği 1965-2019.	34
Şekil 3.5 : İstanbul 1965-2019 yılları arasında ilçe nüfus değişim grafiği.	35
Şekil 3.6 : Araştırma yöntem akış diyagramı.	36
Şekil 3.7 : İstanbul için seçilmiş fauna dolaşım alanları.	43
Şekil 4.1 : Düzey 1 arazi Örtüsü/Kullanım haritaları.	48
Şekil 4.2 : Düzey 1 sınıf kategorilerinin korelasyon matrisi.	49
Şekil 4.3 : Düzey 2 arazi Kullanım/Örtüsü.	51
Şekil 4.4 : Düzey 2 arazi Kullanım/Örtüsü.	52
Şekil 4.5 : Düzey 2 arazi Kullanım/Örtüsü.	54
Şekil 4.6 : Düzey 2 arazi Kullanım/Örtüsü.	55
Şekil 4.7 : Düzey 2 arazi Kullanım/Örtüsü.	56
Şekil 4.8 : İstanbul 1984-2020 yılları arasında arazi geçişi.	60
Şekil 4.9 : 1984-2020 Arazi geçiş haritaları.	61
Şekil 4.10 : Yapay yüzeyler 1984-2020 LPI metrik ölçüm haritaları.	65
Şekil 4.11 : Tarım alanları 1984-2020 LPI Metrik ölçüm haritaları.	66
Şekil 4.12 : Orman alanları 1984-2020 LPI Metrik ölçüm haritaları.	67
Şekil 4.13 : Yapay yüzeyler 1984-2020 ED Metrik ölçüm haritaları.	71

Şekil 4.14 :	Tarım alanları 1984-2020 Metrik ölçüm haritaları.	72
Şekil 4.15 :	Orman alanları 1984-2020 ED Metrik ölçüm haritaları.	73
Şekil 4.16 :	İstanbul kentinde 1984-2020 yılları arasında sınıf düzeyinde ölçülen metriklerin korelasyon matrisi.	78
Şekil 4.17 :	İstanbul kentinde 1984-2020 yılları arasında da peyzaj seviyesinde ölçülen metriklerin korelasyon matrisi.	79
Şekil 4.18 :	Habitat alanları 1984-2020 SHDI metrik ölçüm haritaları.	81
Şekil 4.19 :	Habitat alanları 1984-2020 LPI metrik ölçüm haritaları.	83
Şekil 4.20 :	Habitat alanları 1984-2020 ED metrik ölçüm haritaları.	84
Şekil 4.21 :	İstanbul kentinde bulunan IUCN türlerin habitat uygunluk tablosu.	85
Şekil 4.22 :	Genel habitat alanlarının 1984-2020 yılları arasındaki oransal azalışı.	86
Şekil 4.23 :	Genel türlerin 1984-2020 yılları arasında habitat alan kaybı haritaları.	87
Şekil 4.24 :	İstanbul kentinde Karaca türü 1984-2020 yılları arasındaki alansal habitat kaybı.	88
Şekil 4.25 :	Karaca türü 1984-2020 yılları arasında habitat alan kaybı haritaları.	89

SEMBOLLER VE KISALTMALAR

%	: Yüzde
AI	: Toplama indeksi
AKAÖ	: Arazi kullanımı/Arazi örtüsü değişikliği
AREA	: Leke boyutu
AWEInsh	: Otomatik su çıkarma indeksi
AWMPFD	: Ortalama leke fraktal boyut
AWMSI	: Alan ağırlıklı ortalama şekil indeksi
BI	: Çıplak toprak indeksi
CA	: Hücresel otomatlar
CAP	: Sınıf alanı oranı
CBS	: Coğrafi Bilgi Sistemleri
CONTAG	: Kümelenme
CONTAG	: Kümelenme indeksi
CORE_MN	: Çekirdek alan ortalaması
ECON	: Kenar kontrastı
ED	: Kenar yoğunluğu
EII	: Genişleme yoğunluğu indeksi
ENN	: Öklid en yakın komşu mesafesi
FRAC_MN	: Ortalama fraktal boyut
GAM	: Genelleştirilmiş eklemeli model
GCP	: Yer kontrol noktaları
GIS	: Geographical Information System
GM	: Gri tahmin
GYRATE	: Ortalama gyration dağıtım radius
HSM	: Habitat uygunluk modeli
IUCN	: International union for conservation of nature

LAC	: Arazi soğurma katsayısı
LCR	: Arazi tüketim oranı
LPI	: En büyük leke indeksi
LSI	: Peyzaj şekli indeksi
LU	: Arazi kullanımı
MC	: Markov zinciri
MLC	: Maksimum olasılık sınıflandırması
MLP	: Çok katmanlı algılayıcı
MNDWI	: Değiştirilmiş normleştirilmiş fark su indeksi
MOL	: Map of life
MPI	: Ortalama yakınlık indeksi
MPS	: Ortalama leke boyutu
MSI	: Ortalama şekil indeksi
NBR	: Normalize yanma oranı
NDTI	: Normleştirilmiş fark bulanıklık indeksine
NDVI	: Normleştirilmiş vejetasyon fark indeksi
NDWI	: Normleştirilmiş fark su indeksi
NUMP	: Leke sayısı
PAFRAC	: Çevre-Alan fraktal boyut
PD	: Leke yoğunluğu
PN	: Leke numarası
PR	: Leke zenginliği
PROX	: Yakınlık indeksi
ROC	: Göreceli çalışma karakteristikleri
SD	: Sistem dinamikleri
SHAPE	: Leke şekli
SHDI	: Shannon çeşitlilik indeksi

SHEI	: Shannon düzgünlük indeksi
SHM	: Tür habitat modeli
SVM	: Destek vektör makinesi
TM	: Thematic Mapper (Tematik Haritalayıcı)
TOC	: Toplam çalışma karakteristikleri
TPI	: Topografik konum indeksi
TSAVI	: Dönüştürülmüş toprak ayarlanmış vejetasyon indeksi
TÜİK	: Türkiye istatistik kurumu
TWI	: Topografik ıslaklık indeksi
UA	: Uzaktan algılama
UGB	: Kentsel büyüme sınırı
UGB	: Kentsel sabit sınır
UHB	: Kentsel sert sınır
UI	: Kentleşme indeksi
USB	: Kentsel yumuşak sınır
USGS	: United states geological survey
WDVI	: Ağırlıklandırılmış vejetasyon fark indeksi
YSA	: Yapay sinir ağı

ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

PEYZAJ DESEN DEĞİŞİMİNİN MEKÂNSAL METRİKLER ARACILIĞIYLA ÇOK ZAMANLI OLARAK ÖLÇÜLMESİ: İSTANBUL KENT ÖRNEĞİ

Mücahit KAYA

İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı

95+X sayfa

2021

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Serhat CENGİZ

Kentler, endüstriyel devrimle birlikte ortaya çıkan sanayiye dayalı ekonomi-politik model sonucunda günümüzde hem tarımsal hem de tarım dışı üretim dağıtım ve denetim işlevlerinin toplandığı ve dünya nüfusunun yarısından fazlasına ev sahipliği yapan tarihsel, toplumsal ve ekonomik niteliğinin yanı sıra bizzat biyolojik evrimin yapısına nüfuz ederek onu değiştiren insan baskın bir sosyo-ekosistemdir. Hem sosyo-ekonomik hem de ekolojik bir sistem olan kent tarımda makineleşme süreci, farklı uzmanlık alanlarının getirdiği istihdam alanları, kültürel ve ekonomik bir odak/cazibe merkezi olma özelliği nedeniyle içinde barındırdığı nüfusun hızla artması ve yığılması sonucunda merkezden çepere doğru hızla genişleyerek kent çeperinde kalan üretken peyzajların (tarım ve orman desenleri) hızla yapılı çevreye dönüşmesine neden olarak hem yerel ölçekte hem de küresel ölçekte bir takım ekolojik içerikli sorunların oluşmasına neden olmaktadır. Bu noktadan hareketle bu tez çalışmasında, yaklaşık 15.500.000 kişilik nüfusuyla Türkiye'nin en büyük kenti olan İstanbul'da 1984 ve 2020 yılları arasındaki 36 yıllık periyotta çoğunlukla kentsel arazi kullanımı bağlamında ortaya çıkan arazi kullanımı/örtüsü değişimin peyzaj deseni üzerindeki etkisi peyzaj metrikleri üzerinden matematiksel olarak ifade edilmiştir. Buna göre İstanbul kentinde 1984 ve 2020 yılları arasında yapay yüzeyler kategorisi %200 oranında artarken tarım alanları 304 km² orman alanları 527 km² azalmıştır. İnsan faaliyetlerinden kaynaklı habitat parçalanmaları ve yok olma süreçleri 1984 ve 2020 yılları arasında İstanbul'da peyzaj deseninin bozulmasına neden olmuştur. Kullanılan peyzaj metrikleri orman alanlarında ve tarım alanlarında delinme, parçalanma ve yok olma süreçlerinin birlikte yaşandığını ortaya koymuştur. 1984 ve 2020 yılları arasında orman alanlarındaki değişimin yaklaşık %70'i kentin kuzey bölümünde yaşanmışken, tarım alanlarındaki değişim ise çoğunlukla Avrupa yakasının güney – güneybatı bölümünde kıyı bölgesine yakın olarak gözlemlenmiştir. İstanbul habitat alanlarında yaşanan 831,1km²'lik alansal azalış ile birlikte IUCN kırmızı listeden seçilen fauna türleri habitat alanlarının neredeyse 5'te 1'ini kaybetmiştir.

Anahtar kelimeler; Arazi kullanımı/örtüsü değişimi, Peyzaj Ekolojisi, Peyzaj Metrikleri ve Uzaktan Algılama

ABSTRACT

Master Thesis

MULTI-TIME MEASUREMENT OF LANDSCAPE PATTERN CHANGE USING SPATIAL METRICS: ISTANBUL URBAN STUDY

Mücahit KAYA

Inonu University
Graduate School of Nature and Applied Sciences
Department of Landscape Architecture

95+XI page

2021

Supervisor: Asst. Prof. Serhat CENGİZ

Cities, as a result of the industrial-based economic-political model that emerged with the industrial revolution, have penetrated into the structure of biological evolution itself, together with its historical, social and economic nature, where both agricultural and non-agricultural production, distribution and control functions are gathered and hosting more than half of the world's population, the human that changes it is a dominant socio-ecosystem. The city, which is both a socio-economic and ecological system, is expanding rapidly from the center to the periphery due to the mechanization process in agriculture, the employment areas brought by different fields of expertise, the feature of being a cultural and economic focus/attraction center, and the agglomeration of the population. And therefore, it causes the productive landscapes (agriculture and forest patterns) remaining in the city periphery to rapidly transform into the built environment, causing a number of ecological problems both on a local and global scale. From this point of view, in this thesis study, in İstanbul which the largest city of Turkey with a population of approximately 15,500,000 people the effect of land use/cover change on the landscape pattern in the 36-year period between 1984 and 2020 is expressed mathematically through landscape metrics. Accordingly, while the category of artificial surfaces increased by 200% in the city of Istanbul between 1984 and 2020, agricultural areas decreased by 304 km², forest areas decreased by 527 km². Habitat fragmentation and extinction processes caused by human activities caused the landscape pattern to deteriorate in Istanbul between 1984 and 2020. The landscape metrics used revealed that puncture, fragmentation and extinction processes are experienced together in forest areas and agricultural areas. While approximately 70% of the change in forest areas between 1984 and 2020 was experienced in the northern part of the city, the change in agricultural areas was mostly observed in the south-southwest part of the European side, close to the coastal area. Along with the 831.1 km² areal decrease in Istanbul habitat areas, the fauna species selected from the IUCN red list have lost almost one fifth of their habitat areas.

Keywords; Land use/cover change, Landscape Ecology, Landscape Metrics and Remote Sensing

1. GİRİŞ

Kentler, endüstriyel devrimle birlikte ortaya çıkan sanayiye dayalı ekonomi-politik model sonucunda günümüzde hem tarımsal hem de tarım dışı üretim dağıtım ve denetim işlevlerinin toplandığı ve dünya nüfusunun yarısından fazlasına ev sahipliği yapan tarihsel, toplumsal ve ekonomik niteliğinin yanı sıra bizatihi biyolojik evrimin yapısına nüfuz ederek onu değiştiren insan baskın bir sosyo-ekosistemdir (Cengiz, 2019). Hem sosyo-ekonomik hem de ekolojik bir sistem olan kent tarımda makineleşme süreci, farklı uzmanlık alanlarının getirdiği istihdam alanları, kültürel ve ekonomik bir odak/cazibe merkezi olma özelliği nedeniyle içinde barındırdığı nüfusun hızla artması ve yığılması sonucunda merkezden çepere doğru hızla genişleyerek kent çeperinde kalan üretken peyzajların (tarım ve orman desenleri) hızla yapılı çevreye dönüşmesine neden olarak hem yerel ölçekte hem de küresel ölçekte bir takım ekolojik içerikli sorunların oluşmasına neden olmaktadır (Ji ve diğ, 2006; Chikowore ve Willemse, 2017).

Kentsel genişlemenin yarattığı sorunlar ilk kez 1980’li yıllar ile gündeme gelmiş ve kentlerin, 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 yaratmadığı 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 değiştirdiği bir çok rapor ve çalışmada vurgulanmıştır (AB Komisyonu, 1990; Sukopp, 1990; McDonnell ve diğ, 1997; Breuste ve diğ, 1998; Baker ve diğ, 2001; Luck ve Wu, 2002; Cengiz, 2019).

Kentsel genişleme küresel ölçekte hem gelişmiş hem de gelişmekte olan ülkelerin arazi kullanım biçimlerini etkileyerek sosyo-ekonomik ve ekolojik içerikli sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Birleşmiş Milletler Nüfus Bölümü’nün 2018 yılı raporuna göre kentler, küresel ölçekte daha büyük coğrafi alanı hızla işgal etmektedir. Ancak kentlerin küresel ölçekte bu hızlı yayılımı/büyümesi, bölgesel ölçekte peyzaj desenini etkileyerek hem bölgesel hem de küresel ölçekte önemli değişikliklere neden olmuştur. Nitekim diğer faktörlerin yanı sıra, yerel ve bölgesel iklim koşulları üzerinde de oldukça önemli etkilere

sahiptir. Ek olarak kentsel yaşanabilirliğin bozulması da dâhil olmak üzere ekosistemleri üzerinde habitat parçalanması, biyo-çeşitlilik kaybı vb. gibi bir dizi olumsuz etkiye neden olmaktadır (Gillies ve diğ, 2003; Li ve diğ, 2011; Jiang ve Qiao 2012).

Kentsel alanlar, yüksek insan nüfusu ve geniş geçirimsiz alanlara sahip antropojenik alanlardır. Bu alanlar sosyo-ekolojik değişim ve ekonomik büyümede de rol oynar. Sosyo-ekolojik değişiklikler insanla doğa arasındaki etkileşimi anlamak için hem yerel hem de küresel ölçekte sürdürülebilirliğin devamını sağlamakta önemlidir. Böylece bu alanlardaki değişimlerin dinamikleri ve çevresel değişimlerini anlamamızı sağlar. Kentsel alanlardaki nüfus yoğunluğu, ekonomik faaliyetler -planlı veya plansız- çeşitli kentsel büyüme modellerinin ortaya çıkmasına ve kentleşmenin artmasına neden olmuştur.

Yirminci yüzyılda ortaya çıkan kentleşme modelleri, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin kentsel alanlarında nüfus artışına sebep olmuştur. Bugün dünya nüfusunun yaklaşık % 55'i – (4,2 milyar) kentlerde yaşamakta ve 2050 yılına gelindiğinde, kentsel nüfus bugünkü büyüklüğünü ikiye katlayarak, dünya nüfusunun %70'ine karşılık gelecektir. (Dünya Bankası, 2020).

Gelişmekte olan ülkelere kentsel büyüme, kırsal nüfusun hızla kentsel nüfusa dönüşmesinden kaynaklanırken, gelişmiş ülkelere sadece kentsel nüfusun artışından kaynaklanmaktadır. Başka bir ifadeyle gelişmekte olan ülkelere kentsel nüfus artış hızı yaklaşık % 2 civarındayken, gelişmiş ülkelere %0,5-%1 civarında gerçekleşmektedir (Birleşmiş Milletler, 2020). Gelişmekte olan ülkelere, kentleşme hızı gelişmiş ülkelere daha hızlı bir şekilde gerçekleşmektedir. Özellikle Afrika ve Asya kıtasında bulunan ülkelere kentsel nüfus artışının bir patlama yaratacağı tahmin edilmektedir (Birleşmiş Milletler, 2014). Mevcut ve geçmiş kentsel nüfus projeksiyonları ele alındığında, 2030'da dünyadaki mega kentlerin sayısında ciddi ve endişe verici bir artış beklenmektedir. Gelişmekte olan kentsel bölgelerdeki nüfus artışının, gelecekte 10 milyondan fazla nüfusa sahip olacak 43 yeni mega kentin ortaya çıkmasına neden olacağı öngörülmektedir (Birleşmiş Milletler, 2018). Böylece dünya nüfusu, kırsal alanlarda yaşayanların kentsel alanlara göç etmesiyle birlikte zamanla değişmektedir. Bu kentler özellikle son 50 yıldır hızla büyümektedir. Günümüzde kentsel alanların hızla büyümesi ve merkezden çepere doğru genişlemesi, doğal ve kültürel peyzajların yapısını değiştirerek bir takım sosyo-ekonomik ve ekolojik içerikli sorunların oluşmasına neden olacağı ve bu sorunların özellikle gelişmekte olan ülkelere yoğunlaşacağı Birleşmiş Milletler ve Dünya Bankası yıllık raporlarında ifade edilmektedir.

Kentlerin bu hızlı genişleme eğilimi; kent çeperlerindeki tarım, orman ve doğal kaynak alanlarının dönüşmesine neden olmaktadır. Bu yüzden farklı arazi kullanımlarının yerleşik çevreye dönüştürülmesi sonucu daha fazla araziye ihtiyaç duyulmasına neden olmuştur. Bu arazi ihtiyacı arazi kullanımı/ arazi örtüsü değişikliğine yol açmıştır (Ghosh, 2019). Arazi kullanımı/ arazi örtüsü değişikliği, küresel ve ulusal boyutta en önemli çevresel sorunlarından biri olarak kabul edilmektedir (Guan ve diğ., 2011; Veldkamp ve Lambin, 2001). Arazi kullanımı / arazi örtüsündeki değişiklikler ve buna bağlı habitat kaybı ve parçalanma, biyolojik çeşitlilik kaybının ana nedenleridir (Sala ve diğerleri, 2000). Arazi kullanımı/arazi örtüsü değişiklikleri ve peyzajda yaşanan değişim insanların bölgeyi ve kaynakları kullanma biçimini ifade eder (Fath, 2008). Bu noktadan hareketle arazi örtüsü ve peyzajdaki desen değişiminin analizleri önem taşımaktadır.

Peyzaj deseninin dinamik yapısının anlaşılabilmesi için, peyzajın yapı, fonksiyon ve değişimine odaklanılması gerekmektedir. Değişim, mozaığın zaman içerisindeki değişimini, fonksiyon, peyzaj unsurları arasındaki enerji, besin maddesi, tür akışları gibi peyzaj hareketliliğini ve yapı, peyzaj elemanları arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Peyzaj ekolojisi, ekolojik süreçler ve çevre arasındaki ilişkiyi incelemek ve açıklamak için matris leke ve koridordlardan oluşan sayısal bir yöntem kullanır. “Peyzaj deseninin sayısal olarak ölçümü 1977 yılından beri kullanılmaktadır” (O’Neil ve diğ., 1988; Görmüş ve diğ., 2019). Peyzaj deseni analizi, sadece temel peyzaj ekolojisi teorisinin önemli bir parçası değil, aynı zamanda ekolojik değerlendirme, planlama ve yönetimin de temelidir (Li ve Deng, 2011). Peyzaj deseni ölçülmesinde kullanılan metrikler farklı peyzajların daha objektif karşılaştırılması, farklı mekânsal ölçüdeki peyzaj alanlarının mevcut yapısını ve zamansal değişimlerini nicel veri olarak sağlamaktır. Bunları ölçmek için sayısal veriler kullanılır. Sayısal veriler uydu ve hava fotoğraflarıyla sağlanmakta olup mekânsal ve zamansal değişimlerde daha nesnel sonuçlar elde edilmesine olanak sağlayarak doğal ve ekonomik kaynakların daha rasyonel bir şekilde yönetilmesini sağlamaktadır. Bu bağlamda bu araştırma gelişmekte olan ülke statüsünde olan ülkemizin tek ve en büyük mega kenti olan İstanbul’da son 36 yılda meydana gelen hızlı nüfus artışı ve kentleşmenin kent çeperinde kalan tarım ve orman alanları üzerinde yarattığı baskının anlaşılması ve kentin plansız ve kontrolsüz gelişiminin tarım, orman ve kıyı ekosistemleri üzerinde yarattığı olumsuz etkilerin anlaşılmasına odaklanmaktadır. Nitekim bu çalışmanın hazırladığı günlerde Marmara Denizi’nde ortaya çıkan “Müsilaj” sorunu deniz suyunun ısınması vb. gibi küresel ölçekteki iklimik süreçlerin bir sonucu olmanın yanında kıyı ekosisteminin yoğun yerleşim

ve sanayi baskısı altında kalması, altyapı sorunları ve geçirimsiz yüzeyler ile yüzey suyu akışının engellenmesi gibi yerel ölçekte yaşanan bir dizi problemin sonucudur. Ayrıca İstanbul'da ekonomik rantı dayalı plansız kentsel büyüme tarım alanlarının kaybına, ormansızlaşmaya ve doğal kaynakların kirliliği gibi bir dizi arazi kullanımı/arazi örtüsü değişim sorununa yol açmıştır (Li ve diğ, 2017; Cengiz ve diğ, 2019). Buradan hareketle bu tez çalışmasının amacı, Türkiye'nin en büyük kenti olan ve aynı zamanda yaklaşık 15.519.267 kişilik nüfusuyla Dünya'nın en büyük 22. kenti olan İstanbul'da 1984 ve 2020 yılları arasındaki 36 yıllık periyotta arazi kullanımı/örtüsü değişiminin peyzaj deseni üzerindeki etkisini peyzaj metrikleri kullanarak ölçerek peyzaj desen değişiminin çok zamanlı olarak açıklamaktadır. Bu amaç doğrultusunda tez çalışmasının ulaşılabilecek hedefler ve ortaya koyacağı çıktılar şu şekildedir;

Hedef 1: İstanbul'da arazi kullanımı/örtüsü değişimi ve nüfus değişimi arasındaki etkileşimin ortaya konulması,

Hedef 2: İstanbul'da devlet destekli mega projelerin (3. Havalimanı ve Kuzey çevre yolu) peyzaj üzerinde yarattığı baskının açıklanması,

Hedef 3: İstanbul'da yaşanan arazi kullanımı/örtüsü değişiminin IUCN kırmızı liste içerisinde seçilmiş fauna türlerinin yaşam alanlarının (home range) zaman içerisinde nasıl değiştiğinin ortaya konulması,

Hedef 4: İstanbul'da arazi kullanımı/örtüsü değişiminin İstanbul'un bulunduğu kıtalar (Avrupa-Anadolu) özelinde açıklanması,

Hedef 5: Araştırma kapsamında kullanılan peyzaj metrikleri arasındaki korelasyonun ortaya konulması,

Çıktı 1: Arazi kullanımı/örtüsü değişiminin çok zamanlı olarak belirlenmesi ve haritalanması (1984-1993-2002-2011-2020)

Çıktı 2: Arazi kullanımı/örtüsü değişimi ve nüfus değişimi arasındaki ilişkinin ortaya konulması

Çıktı 3: Peyzaj desen değişiminin sınıf ve peyzaj düzeyinde metrikler ile ölçülmesi ve haritalanması

Çıktı 4: IUCN kırmızı listeden seçilen türler için habitat kayıplarının hesaplanması ve haritalanması

1.1 Araştırmanın Kapsamı ve Sınırları

Tez çalışması bir önceki bölümde belirtilen hedefler doğrultusunda farklı düzey ve detaylarda araştırmanın ortaya koyacağı bulgular araştırmanın kapsamını belirlemekte ve araştırma alanı olarak İstanbul il sınırlarını içine alan 5455 km²'lik alan içerisinde 1984 ve 2020 yılları arasındaki 36 yıllık periyotta 9 yıl aralıklarla arazi kullanım değişimi ve peyzaj desen değişiminin belirlenmesi aşamalarını kapsamaktadır.

Tez çalışması kapsamında kullanılan veri açık kaynaklı veri sağlayıcılarından elde edilmiştir. Çok zamanlı arazi kullanımı/örtüsü değişiminin tespitinde Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI sensörlerine ham uydu görüntüleri Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS: United States Geological Survey), arazi kullanımı/örtüsü değişimi ve nüfus arasındaki ilişkinin ortaya konulmasında kullanılan çok zamanlı nüfus verileri Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) ve İstanbul'a ilişkin yaban hayatı verileri Dünya Doğa ve Doğal Kaynakları Koruma Birliği (IUCN: International Union for Conservation of Nature) resmi web sitelerinden ham veri setleri olarak indirilmiş ve yöntem bölümünde detaylandırıldığı üzere işlenerek tez çalışmasında kullanılmıştır.

1.2 Araştırma Sorusu ve Varsayımlar

Arazi kullanımı/ örtüsü değişikliği, yerel ölçekte gerçekleşen bir problem olmasına karşın küresel ve ulusal boyutta önemli küresel iklim değişikliği, biyoçeşitlilik kaybı vb. gibi çevresel ve tarımsal peyzajların kaybolması ve yaşam kalitesinin bozulması nedeniyle toplu göçlerin yaşanması vb. gibi sosyal sorunların oluşmasına neden olmaktadır (Guan ve diğerleri, 2011; Veldkamp ve Lambin, 2001). Bu bağlamda arazi kullanımı/örtüsünün değişiminin izlenmesi ve peyzaj üzerindeki çok boyutlu etkinin ölçülmesi sürdürülebilir arazi kullanım politikaları geliştirilmesi bağlamında oldukça önemlidir. Bu önemden hareketle bu tez çalışmasının ana sorusu, İstanbul gibi küresel ölçekli bir kentte peyzaj desenin zamansal değişimini peyzaj metrikleri gibi geo-istatistik yöntemler ile ölçerek İstanbul'da peyzaj desen değişimini çok zamanlı olarak ortaya koymak ve İstanbul'da habitat parçalanmasının (seçilmiş) fauna türleri üzerindeki etkisini ve kentsel arazi kullanımının peyzaj üzerinde yarattığı baskının tartışılmasıdır.

Tez çalışmasının dayandığı varsayımlar şu şekildedir;

- İstanbul'da Anadolu yakasındaki kentleşme hızı, Avrupa yakasındaki kentleşme hızından daha yüksek olmasına karşın Avrupa yakasında peyzaj daha parçalı /heterojen bir yapıya sahiptir.

- Avrupa yakasının güneyinde bulunan sahile yakın konumdaki tarım arazileri çoğunlukla kentsel büyümenin yaşandığı rezerv alanlar olarak kullanılırken hem Avrupa hem de Anadolu yakasında bulunan kuzey ormanı alanları maden ve inşaat sahaları ve ulaşım ağlarının geli tiğı rezerv alanlar olarak kullanılmaktadır.
- İstanbul’da peyzajda delinme, parçalanma ve yok olma süreçleri hem Avrupa hem de Anadolu yakasında bulunan kuzey orman alanlarında yıllar içinde gözlenmektedir.



2. LİTERATÜR ÖZETİ

Bu başlık altında araştırma konusuna ilişkin kavramsal bilgiler ve araştırma konusu ile ilgili 2016 ve 2020 yılları arasında yapılmış ve çeşitli dergilerde yayınlanmış 17 adet makale incelenmiştir.

2.1 Araştırma Konusuna İlişkin Genel Kavramlar

Bu alt başlıkta araştırma konusuna ilişkin genel kavramlar sunulmuştur.

Arazi kullanımı/örtüsü değişimi

Arazi kullanımı, özellikle insanların Dünya'nın yüzeyini nasıl geliştirdiğini ve değiştirdiğini ifade eder ve çoğunlukla sosyo-ekonomik ve ekolojik sorunları içerir. Arazi örtüsü su, bitki örtüsü veya kayalık alanlar gibi Dünya'nın arazi yüzeyinin biyofiziksel özelliklerini ifade ederken arazi kullanımı insanın ihtiyaçları doğrultusunda araziye tarım, yerleşim ve sanayi gibi yeni amaçlar doğrultusunda kullanımını ifade etmektedir. Arazi kullanımı/örtüsü değişimi doğal yarı doğal ya da yapay alanlardaki çoğunlukla insan faaliyetleri sonucundaki değişimi ifade etmektedir. (Pinto-Correia ve Mascarenhas, 1999; Tilman ve diğ., 2011).

Peyzaj ekolojisi

Ernst Haeckel 1869 yılında “Canlıların birbirleri ve içinde bulundukları organik ve inorganik çevreyle olan ilişkilerinin tümünü araştırarak bilim dalı” olarak ekoloji kavramını ortaya atmıştır (Görmüş, 2012). Bu tarihten itibaren ekolojiyle ilgilenen (erken) ekolojistler mekânsal heterojenite ve mekan ile organizma arasındaki çok boyutlu etkileşimi açıkça ortaya koyacak teknolojiye veya kavramlara sahip olmadığından ekoloji bilimini organizmaların tek tip ve tanınabilir birimler halinde gruplanması olarak ele almışlardır. Örneğin bu dönemde ekolojistler bitki türlerinin nispeten tutarlı ilişkilerine ve bitki örtüsünün topluluk tiplerine göre gruplandırmalarına ilişkin çalışmalara odaklanmış (Mueller-Dombois ve Ellenberg, 1974) ve çevreyi mekânsal olarak homojen olarak ele alan matematiksel modellere yönelmişlerdir (Kingsland, 1995). Ancak ortaya çıkan modeller, mekânın dinamik yapısını göz ardı ederek ve değişkeni göz ardı ederek 1980'li yıllara kadar ekolojik düşüncenin “popülasyon dengesi” ve sınıflandırma kavramı olarak ele alınmasına yol açmıştır.

1980'li yıllarla birlikte Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojilerinin ve uzaktan algılanan uydu ve hava görüntülerinin kullanılmaya başlamasıyla ekolojistler yerel habitatlardan kıtalara kadar uzanan mekânsal heterojenliği gözlemlemek ve analiz etmek için mekânsal istatistiksel yöntemler kullanmaya başladılar (Fortin ve Dale, 2005). Bilişim teknolojilerinde yaşanan bu gelişmeler, ekoloji kavramında bir paradigma kaymasına yol açarak, ekoloji içinde bir alt disiplin olarak peyzaj ekolojisinin ortaya çıkmasına neden olmuştur (Wu ve Loucks, 1995).

Peyzaj kavramı Alman doğabilimci Alexander Von Humboldt (1769-1857) tarafından günümüzden 200 yıl önce “bir arazi parçasını tanımlayan özelliklerin tümü” olarak tanımlanmıştır (Görmüş, 2012). Forman ve Godron, (1986) peyzajı uniform yapıda kendini belirli aralıklarla tekrar eden birbirleri ile etkileşim halindeki ekosistemleri içinde bulunduran heterojen bir arazi parçası olarak tanımlamıştır. Forman ve Godron'nun 1986 yılında ortaya koydukları peyzaj tanımı peyzaj ekolojisinin temelini oluşturmaktadır. Peyzaj ekolojisi ister antropojenik ister doğal süreçlerin neden olduğu değişimin ekosistemlerin normal koşulu olan mekânsal heterojenlik yarattığını kabul eder. 1986'da Forman ve Godron peyzaj ekolojisi üzerine ufuk açıcı metinlerini yayınladılar. Bu çalışma, yalnızca ilkeleri özetlediği için değil, aynı zamanda Kuzey Amerika'nın bilimsel ilgisini - tipik olarak ekosistemlerdeki heterojenliğe odaklanan - uzun bir tarihe dayanan daha insan merkezli bilimsel coğrafya, peyzaj mimarlığı ve planlama gelenekleriyle bir araya getirdiği için önemlidir.

Peyzaj ekolojisi, adından da anlaşılacağı gibi, peyzajların incelenmesidir; özellikle, peyzajların bileşimi, yapısı ve işlevi. Ama "peyzaj" nedir? Söz konusu fenomene bağlı olarak 'peyzaj' tanımlamanın sayısız yolu olmasına rağmen, bir peyzajın mutlaka büyüklüğü ile tanımlanmadığını peyzajın ele alındığı (herhangi bir ölçekte) bazı fenomenlerle ilgili etkileşimli bir elementler mozağı (örneğin ekosistemler) olduğu söylenebilir. Bu nedenle bir peyzaj, ilgi duyulan bir ekolojik süreci etkileyen ve bundan etkilenen farklı ölçeklerde ilginç bir desen içeren bir arazi parçasıdır. Peyzaj ekolojisi, peyzaj deseninin ve desenin öğeleri arasındaki etkileşimleri ve bu desen içindeki etkileşimin zamanla nasıl değiştiği üzerine odaklanır. Ayrıca peyzaj ekolojisi zaman içerisinde peyzaj deseninin de yaşanan bu değişime ilişkin dinamiklerin formülasyonu ve çözümüne odaklanan bir dalıdır (Turner ve diğ, 2001).

Peyzaj ekolojisi, temelde üç konu üzerine odaklanmaktadır; a) mekânsal heterojenite, b) ekolojide geleneksel olarak incelenenlerden daha geniş mekânsal kapsamlar ve c) insanların peyzaj desenlerini ve sürecini yaratma ve etkilemedeki rolü (McGarigal, 2015).

a-Mekânsal heterojenite: Peyzaj ekolojisi en iyi şekilde mekânsal heterojenite ve desene odaklanarak tanımlanabilir: nasıl karakterize edileceği, nereden geldiği, zaman içinde nasıl değiştiği, neden önemli olduğu ve insanların onu nasıl yönettiği peyzaj ekolojisinin beş ana temasını oluşturmaktadır.

- Deseni ve ifade edildiği ölçeği tespit etmek ve nicel olarak özetlemek.
- Fiziksel abiyotik şablonu, bu şablona verilen antropojenik tepkileri ve bunların üzerine bindirilmiş bozunum rejiminin desen üzerindeki etkilerini belirleme ve tanımlama.
- Mekân ve zaman içinde desen ve süreçteki değişiklikleri karakterize etmek; yani, peyzajın dinamikleri ve nicel olarak özetlenmesi.
- Desenin ekolojik etkilerini anlamak;-popülasyon, topluluk ve ekosistemler için neden önemli olduğunu belirlemek- ve koruma-yönetişim stratejilerinin belirlenmesi
- İnsan hedeflerine ulaşmak için peyzajları yönetmek.

b-Geniş mekânsal boyutlar: Peyzaj ekolojisi, geleneksel ekolojiden incelenen çalışma alanları bağlamında daha geniş mekânsal boyutlara odaklanmasıyla ayırt edilir. Bu, disiplinin insan merkezli kökenlerinden kaynaklanmaktadır (Şekil 2.2). Peyzaj ekolojisi disiplinin ilk itici gücü, çevrenin hava fotoğrafları ile algılanmasıdır. Örneğin, bir hava fotoğrafından görülebilen desenler, geniş mekânsal coğrafi alanlara odaklanarak, yeryüzünün daha iyi anlaşılmasına yardımcı olurlar. Ancak, modern peyzaj ekolojisi, evrensel olarak uygulanabilecek belirli ölçekleri a priori tanımlamaz; daha ziyade, vurgu, mekânsal heterojenlik ve ilgi süreci arasındaki ilişkileri en iyi karakterize eden ölçekleri belirlemektir (McGarigal, 2015).



Şekil 2.1 : Mekânsal boyut (McGarigal, 2015).

c-Antropojenik etkiler: Peyzaj ekolojisi, genellikle insanların peyzaj desenlerini ve sürecini yaratma ve etkilemedeki rolüne odaklanmaktadır. Aslında, peyzaj ekolojisi bazen insan toplumu ve onun yaşam çevresi arasındaki karşılıklı ilişki ile ilgilenen disiplinler arası bir bilim olarak kabul edilir (Şekil 2.2). Bu nedenle, peyzaj ekolojisinin büyük bir kısmı, insanların peyzaj değişiminin baskın gücü olduğu 'inşa edilmiş' ortamlarla ilgilenir. Bununla birlikte, modern peyzaj ekolojisi, mekânsal heterojenite ve ekolojik süreç arasındaki etkileşime vurgu yaparak, insanları peyzajları etkileyen birçok önemli etmenden biri olarak görür ve hem doğal hem yarı doğal hem de yapılı peyzajları vurgular (McGarigal, 2015).



Şekil 2.3 : Desen üzerinde antropojenik etkiler (McGarigal, 2015).

Peyzaj ekolojisi, peyzaj desenlerini ve ekolojik süreçler arasındaki ilişkiyi incelerken peyzaj yapısı, peyzaj fonksiyonu ve peyzaj değişiminden yararlanır. Peyzaj yapısının özelliklerini tanımlamak ve ölçmek için peyzaj metrikleri kullanılır (Forman ve Godron 1986; Turner 1989; Gustafson 1998).

Peyzaj yapısı (strüktürü)

Peyzaj işlevi ve peyzaj değişimi değerlendirilirken peyzaj yapısı bilinmelidir. Peyzaj yapısının anlaşılmasıyla peyzajdaki bağlantılılık ve parçalanma net bir şekilde tanımlanabilir. Peyzaj yapısı, peyzaj öğeleri ve mekânsal desen arasındaki veya farklı ekosistemler ve peyzaj öğeleri arasındaki bağlantıları ifade etmektedir. Peyzaj yapısı, ekosistemler arasındaki ilişkiyi ölçü, sayı, boyut ve şekil olarak değerlendirir (Forman ve Godron 1986; Gergel ve Turner 2002).

Peyzaj yapısının iki özelliği vardır. Bunlar kompozisyon ve konfigürasyondur (Şekil 2.3) (Gustafson, 1998; Farina, 2000; Botequilha Leitão ve diğ, 2006).

Peyzaj kompozisyonu: Mekânsal değildir ve ölçülemez. Peyzajda dağılmış peyzaj lekelerinin kalitesini tanımlar. Kompozisyon, peyzajın mozaik yapısının kesin bir tanımlaması değildir. Ancak bazı türlerin (türler uygun leke tipi) yaşam ortamına uygunluğunun iyi bir göstergesidir (Farina, 2000).

Peyzaj konfigürasyonu: Mekânsal özellikleri ifade eder. Arazi kullanımı/örtüsünün mekânsal dağılımı ve mekânsal özelliklerini ifade eder (Farina, 2000).

Peyzaj Kompozisyonu		Peyzaj Konfigürasyonu	
Zenginlik		Boyut	
Oran		Şekil	
Çeşitlilik		Kenar	
		Yoğunluk	
		Çekirdek Alan	
		Bağlantı	

Şekil 2.3 : Peyzaj yapısındaki, peyzaj kompozisyon ve peyzaj konfigürasyon ilişkisi (Spearman, 2015; Sarı, 2020).

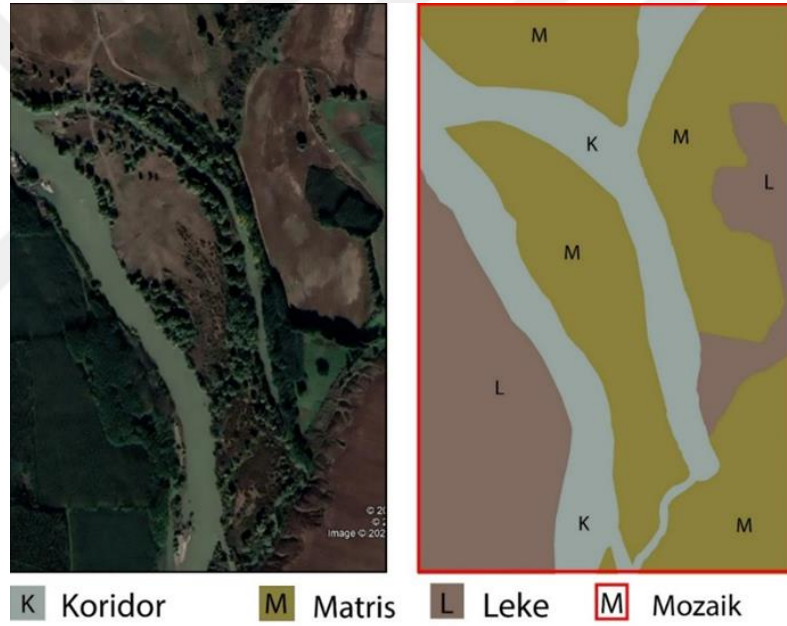
Peyzaj ekologları, mekânsal yapıyı tanımlamak için dört temel terim kullanır (Şekil 2.4) (FISGRW, 1998)

Leke: Doğrusal olmayan en küçük homojen arazi birimini ifade etmektedir. Bir alanı ifade eder ve matristen farklıdır.

Koridor: Matristeki diğer lekeleri birbirine bağlayan özel bir leke türüdür. Tipik olarak, bir koridor, bir akış koridoru gibi doğrusal veya uzun bir şekle sahiptir.

Matris: Arazi yüzeyinin çoğunluğu üzerinde baskın olan ve birbiriyle bağlantılı arazi kullanımı/örtüsü olarak tanımlanır. Genellikle matris orman veya tarımdır, ancak teorik olarak herhangi bir arazi örtüsü türü olabilir.

Mozaik: Hiçbiri peyzaj boyunca birbirine bağlanacak kadar baskın olmayan bir lekeler topluluğudur.



Şekil 2.4 : Matris, koridor ve lekeler ve mozaik kavramlarına örnek. Fischer ve Lindenmayer'den (2000) esinlenilmiştir.

Peyzaj fonksiyonu

Peyzaj işlevi (fonksiyonu), hayvanların, bitkilerin, enerjinin, mineral besin maddelerinin ve bu unsurlar arasındaki etkileşimlerin akışını içerir. Peyzaj işlevi için birincil yapısal özellikler koridorlar, sınırlar, matris ve ağlardır (Forman ve Godron, 1986).

Koridorların dört önemli işlevi vardır. Bunlar; belirli türler için bir habitat, türler için hareket alanı, bir bariyer veya filtre alanı, çevresel ve biyotik bir etki kaynağıdır. Tüm bu işlevler, hayvanların ve bitkilerin akışını içerir; son iki işlev ayrıca enerji ve mineral besin akışlarını

da içerir (Forman ve Godron, 1986). Koridorlar, hayvanların, bitkilerin, malzemelerin ve suyun peyzaj boyunca hareketinin çoğu için kanallar ve filtreler olarak hizmet eder. Ağ ve matris özellikleri, nesnelerin koridorlardan geçmesine veya koridorları kanal olarak kullanmasına bağlı olarak, işlemleri zıt şekillerde etkiler. Peyzaj işleyişi hem bitişik ekosistemler arasındaki hem de bir peyzaj boyunca akışları bütünleştirir (Forman ve Godron, 1986). Ağlar koridorlardan ve node'lerden oluşur ve ana hatlar yüksek hacimli akışları yönetir. Peyzaj planlaması ve yönetiminde diğer ekolojik özellikler için önemli olan insanların hareketi için bir ağ yapılır. Bir matris boyunca hareket, onun bağlantısına bağlıdır. Türler bağlantılı bir matris boyunca hareket eder (Forman ve Godron, 1986). Peyzajda yapının yönüne bağlı olarak akışlar meydana gelir. Peyzaj işlevi için bağlantılılık çok önemlidir. Bazen peyzajlar parçalı bir yapıya sahiptir.

Peyzaj değişikliği

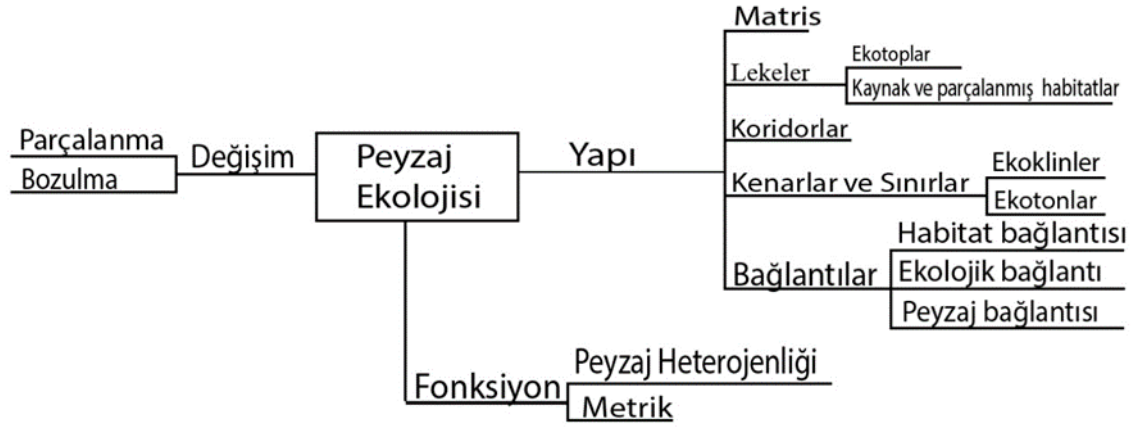
Günümüzde peyzajlar insan tarafından şekillendirilmekte ve insanın peyzaj üzerinde yarattığı değişim zamansal olarak izlenebilmektedir (Sanderson ve Harris, 1999). Peyzajlar statik değildir. Peyzajlar İklim değişikliklerinden, arazi kullanım değişikliklerinden ve insan faaliyetlerinden etkilenir. Peyzajdaki lekelerin mozaik yapısı, şekli ve boyutu değiştirilebilir. Tüm bu değişimler farklı mekânsal boyut ve frekanslarda görülebilir (Farina, 2000). Peyzajda meydana gelen değişiklik, abiyotik ve/veya biyotik faktörler arasındaki enerji (ve bilgi) akışının değişimi olarak tanımlanabilir (Farina, 2009). Değişiklikler, beklenen bir kaynağın veya desenin mevcudiyetindeki değişiklikler veya bu desende yaşayan türlerin, popülasyonların, toplulukların, ekosistemlerin ve mozaiklerinin yeni koşulları içermesinin geçici veya kalıcı olarak imkansızlığı olarak düşünülebilir (Farina, 2009).

Peyzajın mevcut koşullarını değerlendirmek için tarihsel sürecin bilinmesi gerekir. Doğal ve kültürel etkilere bağlı olarak peyzaj yapısında zamanla değişimler görülmektedir. Bu durumda peyzaj yapısı ve ekosistemler arasındaki ilişki değişmektedir. Değişim çalışmaları sonucunda farklı boyut ve şekillerdeki lekelerin mozaigindeki işlevler ve koşullar ortaya çıkarılabilir (Wu ve Hobbs, 2000).

Değişiklikler, abiyotik-biyotik süreçlerle ve her ekosistemin temel bileşenleriyle entegre edilebilir. Değişimin hızını, sıklığını ve yoğunluğunu analiz etmek için sistemin sağlığı ortaya çıkarılabilir. Değişim farklı seviyelerde gerçekleşebilir. Küçük ölçekli sistemler, büyük ölçekli sistemlerden daha yüksek bir değişim düzeyine sahiptir. Değişimin büyük ölçeklerde değerlendirilmesi daha faydalıdır (Farina, 2000).

Peyzaj değişikliğinin iki ana faktörü vardır. Bunlar doğal süreçler ve insan faaliyetleridir. Hem doğal koşullar hem de insan ihtiyaçları zamanla değişmektedir (Şekil 2.5). Peyzaj yapısında doğal koşullara ve insan ihtiyaçlarına bağlı olarak karmaşık değişimler ortaya çıkabilmektedir (Antrop, 1998; Farina, 2000).

Değişimi tanımlamak, ardışık gözlemlerin ve veri setlerinin zamansal çözünürlüğüne bağlıdır. Ayrıca, bu farklılıklar büyüklük olarak gözlemlenebilir veya ölçülebilir olmalıdır ve bu, kullanılan verilerin ayrıntı derecesine ve doğruluğuna bağlıdır. Sık ve çoklu gözlemler, peyzaj süreçlerinin dinamiklerine ilişkin bilgiyi artırır ve peyzaj süreçlerinin dinamik yapısının anlaşılması ancak yalnızca uzaktan algılama teknolojisi ve izleme (monitoring) programlarının yaygınlaşmasıyla mümkün hale gelmiştir (Antrop, 2005).



Şekil 2.5 : Peyzaj ekolojisinde değişim, yapı ve işlev arasındaki bağlantılar.

Peyzajlar, doğal çevre ile insan faaliyetleri arasındaki etkileşimin ifadesi oldukları için 'doğal olarak' değişirler. Hem doğal koşullar hem de insan ihtiyaçları zamanla değişir ve farklı ancak etkileşimli faktörler tarafından kontrol edilir (Antrop, 1998). Değişim, en az iki farklı zaman durumunun karşılaştırması yapılarak ifade edilebilir. Peyzaj, farklı niteliklerin karışımı olup, kendine özgü dinamiklerden oluşur. Bu dinamiklere bağlı olarak değişim farklı hız ve ölçekte ortaya çıkabilmektedir (Antrop, 1998).

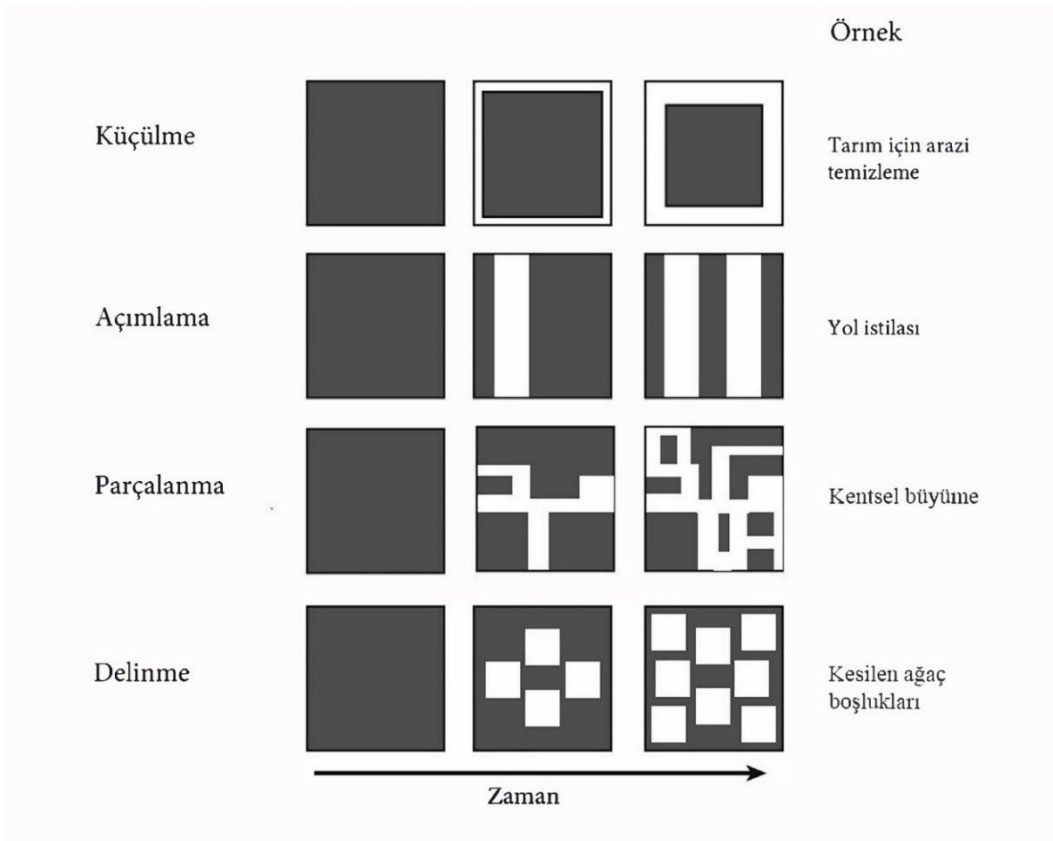
Peyzaj değişikliğinde beş ana zorlayıcı güç etkilidir. Bunlar aşağıda listelenmiştir (Farina, 2000; Bürgi ve diğ, 2004; Antrop, 2005) :

- Sosyo-ekonomik güçler: Kentleşme, sanayi, endüstriyel faaliyetler.
- Siyasi güçler: Yanlış uygulamalar.
- Teknolojik güçler: Araba yolları, altyapı tesisleri.
- Doğal kuvvetler: Çığ, heyelan, sel.
- Kültürel güçler: Erişilebilirlik, insan müdahalesi, yangın.

Erişilebilirlik, kuvvetler içinde en önemlisidir. İnsanlar bir tarlaya geldiklerinde bu alanı hızla değiştirmeye başlarlar (Antrop, 2005). Değişimin doğası da yeni düşünmeyi gerektirir. Gerçek değişiklikler o kadar karmaşık ve hızlıdır ki onları takip etmek zorlaşır. Peyzaj ölçeğinde hızlı envanter oluşturma ve izleme ve değerlendirme için kapsamlı ve entegre yöntemlere acilen ihtiyaç duyulmaktadır (Antrop, 2005).

Habitat kaybı ve parçalanma

Arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliği olarak ifade edilen habitat kaybı ve parçalanması başlangıç evresinde tek bir parçadan oluşan ve çeşitli parçalanma desenlerine maruz kaldığı zaman içinde ortaya çıkan süreçleri ifade eder (Şekil 2.6). Habitat parçalanması doğal veya arazi üzerindeki insan faaliyetleri sonucunda gerçekleşmekle birlikte çoğunlukla parçalanmadaki ana etmen insan faaliyetleridir. Bu faaliyetler genellikle ulaşım, enerji, barınma ve beslenme gibi ihtiyaçlar doğrultusunda ortaya çıkar ve arazi üzerinde senkronize bir şekilde birbirini etkileyerek habitatların parçalanmasına ve yok olmasına neden olmaktadır (Wilcove, 1985; Ries ve diğ., 2004). Habitat kaybı ve habitat parçalanması kavramlarının birbirlerinden ayrı kavramlar olarak ele alınması çok yeni bir kavramdır ve bu kavramlar arasındaki farklılık ölçüm sonuçlarına dayanmaktadır (Fahrig, 2003, 2017; Hadley ve Betts, 2016).



Şekil 2.6 : Habitatın kaybı ve parçalanmasına ilişkin diyaagram zamansal ve mekânsal parçalanma desenleri (Collinge ve Forman, 1998)'dan uyarlanmıştır.

Habitat kaybı, hem yerel hem de küresel ölçekte biyoçeşitliliğe yönelik en önemli tehdit olarak kabul edilmektedir (Wilcove ve diğ, 1998; Brooks ve diğ, 2002; Jetz ve diğ, 2007). Habitatlar küçüldükçe organizmalar temel ihtiyaçlarını karşılayacak yeterli alanlar bulamaz, bunun sonucunda da av ve avcı organizmalar, tür çeşitliği ve birey sayılarında azalmalar ortaya çıkar (Fahrig, 2003).

Peyzaj sürekli değişir. Değişim peyzaj mozaığının yapısının ve işlevinin değiştirilmesi ile ilgilidir. Peyzaj deseninin zaman içindeki dönüşümünü ifade eder. Değişimi anlamak gelecek hakkında bize bilgi verir (Forman, 1995).

Peyzaj desen ölçümleri

Peyzajın dinamik yapısı kadar çevresel dinamikler de peyzaj deseni üzerinde etkilidir. Bu karşılıklı ve çok ölçekli etkileşimi ölçmek için çeşitli mekânsal metrikler geliştirilmiş ve bu metrik setleri kullanılarak peyzajın zamansal ve mekânsal süreçleri ortaya konulmuştur (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).

Peyzaj desen sınıfları: Peyzaj desenleri değişkendir zamansal ve mekânsal olarak değişir bu değişimleri belirlemek ve ölçmek için sınıflandırmaları verinin tür, kullanım amacı ve toplanma biçimine göre dört mekânsal veri kullanılabilir (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).

Nokta desenleri: Alanın nicel ve nitel özelliğinden ziyade coğrafi konumunu ifade eder. Amaç mekânsal kümelenmeleri tespit etmektir (Şekil 2.7). Kirlilik noktaları, ısı adaları vb. gibi nokta kümeleri örnek olarak gösterilebilir (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).



Şekil 2.7 : Nokta desenleri

Doğrusal ağ desenleri: Peyzaj elemanlarının kesişerek oluşturduğu bir ağıdır (Şekil 2.8). Bu verilerin amacı ağın fiziksel yapısını (Koridor yoğunluğu, ağların uzunluğu, ağ

bağlantılarını) tanımlamak ve uygun metrikleri belirlemek ve geliştirmektir (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).



Şekil 2.8 : Doğrusal ağ desenleri

Yüzey desenleri: Peyzaj boyunca devamlı değişen nicel ölçümleri ifade eder (Şekil 2.9). Ölçülen her bir coğrafi konumun soyut üç boyutunu temsil eder (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).



Şekil 2.9 : Yüzey desenleri

Kategorik desenler: Homojen yapılı lekelerin leke mozaiklerini temsil eder (Şekil 2.10). Lekelerin belli karakteristik özelliklerine göre sınırları belirlenir (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).

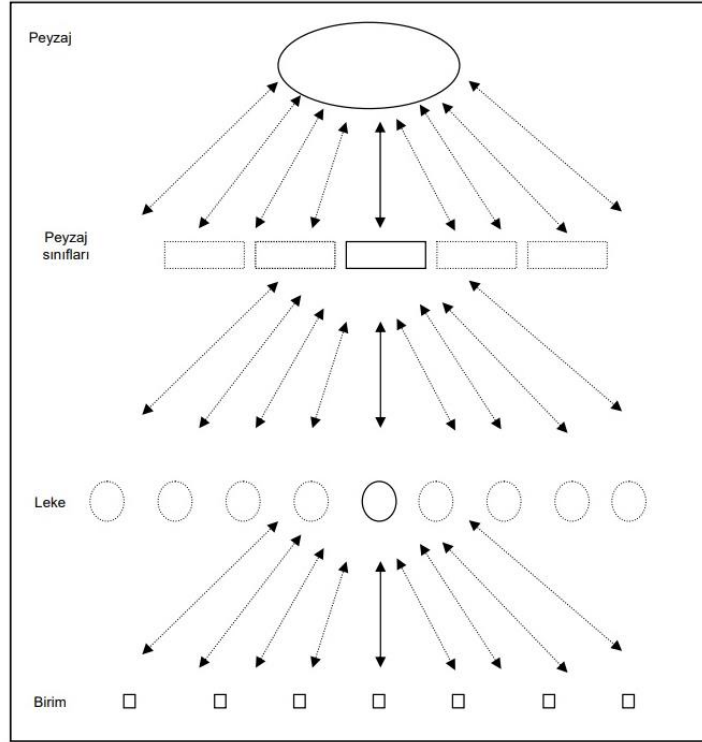


Şekil 2.10 : Kategorik desenler

Peyzaj desen metrikleri

Bilimsel araştırmalarda daha objektif bir yaklaşım ve doğruluk için peyzaj ekolojisinde kullanılan nicel yöntemler, peyzaj metrikleri olarak karşımıza çıkar. Peyzaj metrikleri peyzajın yapısını ve karmaşıklığını ölçmek için sayısal veriler kullanılır. ‘‘Peyzaj metrikleri’’ kavramı kategorik harita için geliştirilen indeksleri ifade eder. Desen analizleri genellikle ölçek ve desen yoğunluğu ile ilgilenir, peyzaj metrikleri tek bir ölçekte belirlenen kategorik harita desenlerinin tane ve boyutuna odaklanır. Peyzaj metrikleri aynı mekânda farklı zaman ölçekleri kullanarak faydalı bilgiler ve karşılaştırmalar sağlar. Peyzaj metrikleri peyzaj yapısında bulunan kompozisyon ve konfigürasyonu ölçmeye yarar (Botequilha Leitão ve diğ, 2006). Kompozisyon metrikleri, Lekelerin coğrafi konumundan ziyade leke yapısının özelliğine (tür zenginliği, her sınıfın oransal bolluğuna) odaklanır. Kompozisyon metrikleri sadece yatay düzeyde uygulanabilir. Konfigürasyon metrikleri, Eř değer lekeler arasındaki mesafeyi ve yönü (en yakın komşu mesafesi), leke türlerinin kümelenmesini ve lekelerin konumlarını ler (Gustafson, 1998; Botequilha Leitão ve diğ, 2006). Kategorik haritalar için lekeler en önemli parçaları oluşturur ve leke tipik özelliklerini hesaplamak için peyzaj metriklerine ihtiyaç duyulur. Peyzaj metrikleri amaca bağlı olarak üç şekilde hesaplanabilir (şekil 2.11);

Leke seviyesinde: Her ayrı leke yapısının sayısal verisini hesaplamak ve bunları sayısal verilere göre kategorize etmek (Botequilha Leitão ve diğ, 2006). **Sınıf düzeyinde:** Aynı tip lekelerin (aynı sayısal değerlere sahip) oluşumunu ifade etmek için (Botequilha Leitão ve diğ, 2006). **Peyzaj düzeyinde:** Peyzaj bir bütün olarak ele alınır. Hesaplamalar leke, sınıf ve peyzaj’ a aynı anda uygulanır. Sonuçta sayısal veriler tüm alan hakkında bize bilgi verir (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).



Şekil 2.11 : Üç analiz düzeyinin kavramsal diyagramı: leke, sınıf / arazi örtüsü tipi ve peyzaj (Botequilha Leitão ve diğ, 2006; Görmüş, 2012).

Temel peyzaj metrikleri: Temel peyzaj metrikleri peyzaj kompozisyon metrikleri ve yatay konfigürasyon metriklerinden oluşmaktadır.

Peyzaj kompozisyonu metrikleri

Leke Zenginliği (PR): Peyzaj da bulunan farklı leke türlerini (sınıflarının) sayısını belirtir (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).

Sınıf Alanı Oranı (CAP): Leke tiplerinden oluşan peyzaj oranlarını tanımlar. Peyzajın ne kadarı aynı benzerlikteki lekelerden oluştuğunu belirler (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).

Yatay Konfigürasyon Metrikleri

Leke Sayısı (NP) / Leke Yoğunluğu (PD): Peyzaj mozaigindeki lekelerin sayı ya da yoğunluğunu ifade eder. Peyzaj mozaigindeki leke yoğunluğu peyzajdaki heterojenitenin ortaya konmasında önemli bilgiler sunmaktadır (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).

Leke Boyutu (AREA): Peyzaj mozaiginde tek bir lekenin kapladığı alanı ifade eder. Ama aynı boyuta sahip lekelerin farklı nitelikleri olabilir. Burada lekenin şeklide önemlidir (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).

Leke Şekli (SHAPE): Peyzaj mozağindeki lekelerin geometrik çizgilerini ifade eder. Parçalanma ve habitat kaybının önlenmesinde leke şekli çok önemlidir (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).

Kenar Kontrastı (ECON): Peyzaj mozağindeki farklı lekelerin kesişim çizgilerini ifade eder (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).

Ortalama Gyration Dağıtım Radius (GYRATE): GYRATE leke merkezleri arasındaki ortalama mesafeyi ifade eder (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).

Öklid En Yakın Komşu Mesafesi (ENN): En yakın komşu mesafesi aynı ya da farklı tipteki lekelerin kenarları arasındaki uzaklığı tanımlar (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).

Yakınlık İndeksi (PROX): Aynı benzerlikteki komşu lekelerin boyutunu lekeler arasındaki mesafeyi hesaplayan bir indekstir (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).

Kümelenme (CONTAG): Parçalanmış lekeler dağılımları yerine kümelenmiş leke derecelerini ölçer (Botequilha Leitão ve diğ, 2006).

2.2 Araştırma Konusuna İlişkin Daha Önce Yapılmış Çalışmalar

Shen ve diğ. (2016) yaptıkları “Çin, Şangay’daki Chongming Adası’nın Genişlemesine Tepki Olarak Kentsel Büyümenin ve Peyzaj Düzenindeki Değişikliklerin Uzaktan Algılanma Aracılığıyla Tespit Edilmesi” başlıklı çalışmada Çin, Şangay Chongming Adası’nı da yaptıkları çalışmada çok çözünürlüklü uzaktan algılama, görüntü özellikleri ve tematik harita verilerini entegre eden nesne tabanlı bir sınıflandırma yöntemi geliştirmeyi amaçlamışlardır. 6 döneme ait 34 yıllık MSS (1979), TM (1989) ve ETM + (2000, 2009 ve 2013) 'den Landsat görüntüleri kullanılmıştır. AKAÖ’nü sınıflandırmak için MSS, TM ve ETM + görüntüleri için farklı sınıflandırma şemaları ile nesne tabanlı sınıflandırma süreçleri kullanılmıştır. Görüntüler, yazılım paketi Definiens Developer 7.0 kullanılarak sınıflandırılmıştır. Chongming Adası’nın genişlemesi bağlamında kentsel büyümeyi izlemek ve tespit etmek için kentleşme endeksi (UI) ve genişleme yoğunluğu endeksi (EII) kullanılmıştır. Chongming Adası’ndaki peyzaj desenindeki mekânsal heterojeniteyi analiz etmek için, çeşitli kompozisyon metrikleri, leke sayısı (NP), leke yoğunluğu (PD), kenar yoğunluğu (ED), en büyük leke indeksi (LPI), peyzaj şekli indeksi (LSI), Shannon’ın çeşitlilik ve düzgünlük indisleri (SHDI, SHEI), kümelenme indeksi (CONTAG) ve Toplama indeksi (AI) FRAGSTATS 4.1 yazılımı kullanılarak analiz edilmiştir. Çalışmada Chongming Adası’nın 1979 ile 2013 yılları arasında bitki örtüsünde azalma olurken kentsel

alanların ters yönde bir eğilim gösterdiği gözlemlenmiştir. Peyzaj deseninin de sorun oluşturacak derecede bir parçalanma ve mekânsal heterojenitenin arttığı tespit edilmiştir.

Ansari ve diğ. (2018) yaptıkları “Çöl Sulak Alanları için GIS Ortamında Arazi Değişim Modeline Dayalı Mekânsal Arazi Kullanım Değişikliklerinin Tahmini : Meighan Sulak Alanı, İran” başlıklı çalışmalarında İran, Meighan Sulak Alanı için bir GIS ortamında arazi değişim modeline dayalı mekânsal arazi kullanım değişikliklerini tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Üç dönemlik 2000 Landsat4-5, 2007 Landsat 7 ve 2015 Landsat 8 uydu görüntülerinin ön işleme analizinden sonra ERDAS 2014 Imagine yazılımı kullanılarak AKAÖ kategorik haritaları maksimum olasılık algoritması (MLA) ile arazi kullanımı/örtüsü yedi sınıfa göre sınıflandırılmıştır. AKAÖ harita çıktıları, IDRISI TerrSet yazılımının Arazi Değişim Modeli modülü kullanılarak gelecekteki AKAÖ durumu tahmin edilmiştir. Çalışma alanı 2000 (90.1), 2007 (92.02) ve 2015 (93.80) doğruluk oranında tahmin edilmiştir. 2030'un AKAÖ haritaları, 2000 ve 2015 yıllarına ait AKAÖ haritaları üzerinden %90 doğruluk ile tahmin edilmiştir. Sonuç olarak gerekli planlamalar ve önlemler alınmazsa AKAÖ değişikliğinin devam ederek peyzaj desenini değiştireceği vurgulanmıştır.

Feng ve diğ. (2018) Çin, Şangay'da yaptıkları çalışmada “Çin, Şangay'daki Peyzaj Desenlerinin Mekânsal-Zamansal Değişimi ve Bunların Mekânsal Belirleyicileri” başlıklı çalışmada (1) Şangay'da 1995 ve 2015 yılları arasında yer alan peyzaj deseninin mekânsal-zamansal değişimini incelemeyi, (2) Regresyon analizi kullanarak baskın itici faktörleri belirlemeyi ve peyzaj desenleri ile bu itici faktörler arasındaki ilişkileri ortaya koymayı ve analiz etmeyi amaçlamışlardır. 1995 ve 2015 tarihlerinde elde edilen iki Landsat uydu görüntüsü, Şangay'ın peyzaj desenini oluşturmak için kullanılmıştır. Şangay'ın Peyzaj desenini incelemek için alan ve kenar, şekil, toplama ve çeşitlilik ölçümleri dâhil olmak üzere dört kategoride toplam 23 peyzaj düzeyinde ölçüm seçilmiştir. Arazi örtüsünü belirlemek için 5 sınıf (yüksek yoğunluklu yerleşim alanı, düşük yoğunluklu yerleşim alanı, kentsel orman, tarım arazisi ve su kütlesi) belirlenmiştir. Son yirmi yılda, regresyon ve genelleştirilmiş eklemeli model (GAM) kullanarak, son yirmi yılda Şangay, peyzaj desenlerinin mekânsal-zamansal değişimini ve bunların mekânsal belirleyicileri değerlendirilmiştir. Hem regresyon analizi hem de GAM'dan elde edilen sonuçlar, çeper otobanına ve çeper otoban içindeki metro istasyonlarına olan mesafelerin, hareketli pencere ölçüleriyle ölçülen peyzaj düzenleri üzerinde en etkili olduğunu göstermiştir.

Görmüş ve diğ. (2018) Malatya kentinde yaptıkları “Peyzaj Metrikleri Kullanarak Peyzaj Dinamiklerinin Analizi: Malatya Kenti Örneği” başlıklı çalışmada arazi değişiminin

habitatlar üzerindeki etkisini peyzaj desen metrikleri ile anlamayı amaçlamışlardır. Üç zamansal dönem üzerinden LANDSAT 5 TM (1985), LANDSAT 7 ETM (2001) ve LANDSAT 8 OLI (2017) uydu görüntüleri kullanılmıştır. Uydu görüntülerinin sınıflandırılması için görüntü ön işlemleri, eşik temelli nesne tabanlı sınıflandırma ve sınıflandırma doğruluk analizi uygulanmıştır. Desen analizinde 7 arazi kullanım kategorisi üzerinden LPI, TCA vb. metrikleri kullanılmıştır. Çalışma alanında kent çeperlerine yakın erişilebilir ekilebilir alanlar ve meyve bahçeleri kentsel yayılmadan etkilendiği vurgulanmıştır. Ayrıca yıllar içerisinde peyzaj desende heterojenitenin arttığı ve özellikle ekilebilir alanlarda parçalanmanın artışı sonucuna varmışlardır.

Magidi ve diğ. (2018) Güney Afrika, Tshwane kentinde yaptıkları “Uzaktan Algılama Ve Peyzaj Metrikleri Kullanılarak Kentsel Yayılmayı Değerlendirme: Güney Afrika, Tshwane Kenti Örneği (1984–2015)” başlıklı çalışmada 1984 ile 2015 yılları arasında uzaktan algılama ve peyzaj ölçümlerini kullanarak CoT(City of Tshwane)'daki kentsel yayılmanın mekânsal modellerini değerlendirmeyi ve ölçmeyi amaçlamışlardır. Landsat TM 1984, 1991, 1995, 2006, 2009, Landsat ETM+ 2000 ve Landsat OLI 2015 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışmada birçok metrik kentsel yayılmadaki değişimi izlemek için kullanılmıştır. ERDAS Imagine 2014'te Denetlenen Maksimum Olabilirlik Sınıflandırması (MLC), 1996 Güney Afrika sınıflandırma sistemi kullanılarak tüm Landsat görüntüleri dört ana sınıf olarak kullanılmıştır. Sınıflandırılan görüntüler, ERDAS Imagine 2014 ve ArcGIS.10.4 kullanılarak özetlenen özelliklere sahip kentsel alanlar ve kentsel olmayan alanlar olarak iki ana sınıflandırma yapmışlardır.

Yapılan çalışmada alan ağırlıklı ortalama şekil indeksi (AWMSI)'nin değeri 9,25'ten 25,75'e yükseldiği tespit edilmiş, bunun da kentsel lekelerin karmaşık ve düzensiz bir şekle sahip olduğu anlamına geldiği vurgulanmıştır. Ortalama şekil indeksi (MSI) de 1984'ten 2015'e 1.30'dan 1.32'ye yükselmiştir. Ortalama şekil indeksi (MSI) kentsel lekelerin şekilsel karmaşıklığını arttığını göstermiştir. Kenar Yoğunluğu (ED) zamanla azalırken, Ortalama leke Boyutu (MPS), zaman içinde arttığı vurgulanarak bu durumun kümelenmenin bir göstergesi olduğu ifade edilmiştir. Değişim tespiti ve analizi, 1984 ile 2015 arasındaki 31 yıllık çalışma boyunca, CoT'deki yerleşim alanlarında 1984 ile 2015 arasında% 109 artış olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca peyzaj ölçümlerinin, CoT'deki yerleşim alanlarındaki artışı da doğruladığı çalışmada ifade edilmiştir.

Shifaw ve diğ. (2018) Çin, pingtan adasında yaptıkları “Uzaktan Algılama ve Peyzaj Metrikleri Kullanılarak Arazi Örtüsü ve İtici Dinamiklerinin Mekânsal-Zamansal Tespiti

(Pingtan Adası, Çin)” başlıklı çalışmada 2000-2013 yılları arasında arazi örtüsü dinamiklerinin (alan değişikliği, konum, kalıcılık, içe / dışa aktarım ve desen / parçalanma), itici faktörlerin hesabıyla ayrıntılı olarak ölçülmesini ve haritalandırılmasını sağlamayı amaçlamışlardır. Görüntü ön işleme ve uzamsal analiz için ENVI5.1 ve ArcGIS10.1 kullanılmıştır. Görüntüler, FLAASH modülü kullanılarak radyometrik kalibrasyon ve atmosferik düzeltme yoluyla yapılmıştır. Ayrıca, yıllık sosyoekonomik veriler, 2000 yılından 2015'e kadar, (İstatistik Fujian Bürosu) toplanmıştır. Maksimum olasılık denetimli sınıflandırma algoritması kullanılarak toplam dokuz arazi örtüsü türü sınıflandırılmıştır. Kullanılan peyzaj metrikleri leke indeksi (LPI), yatay şekil indeksi (LSI), Shannon'un çeşitlilik indeksi (SHDI), Shannon'un düzgünlük indeksi (SHEI), leke sayısı (NP), leke yoğunluğu (PD), ortalama leke boyutu (MPS) ve kenar yoğunluğu (ED). Metrik hesaplamaları FRAGSTATS 4.2 yazılımı kullanılarak yapılmıştır. Araştırma alanında arazi örtüsünün hızlı bir değişim geçirdiği tespit edilmiş ve değişen alanların çoğunlukla (%69.36) ormanlık alanların genişlemesi ve kentsel ve kırsal yerleşimlerin büyümesi nedeniyle olduğu vurgulanmış ve değişimden en fazla etkilenen/alan kaybeden arazi kullanım kategorilerinin otlak ve tarım arazileri olduğu vurgulanmıştır.

Chakraborti ve diğ. (2018) Hindistan da yaptıkları “Esnek Bir Kentsel Büyüme Sınırı Önermek için Sinir Ağı ve Peyzaj Ölçümleri” başlıklı çalışmada (1) gelecekteki kentsel genişlemeyi simüle etmek ve bir YSA modeline dayalı olarak kentsel büyüme modelini belirlemek, (2) esnek bir UGB(Kentsel Büyüme Sınırı) modeli geliştirmek ve (3) UGB'yi tasvir etmek için peyzaj deseni ile Hindistan nüfus sayımı kriterlerini birleştirmeyi amaçlamışlardır.

İlk adım 1990, 2001 ve 2010 arazi kullanım haritalarının Landsat uydu görüntülerinden analizi yapılmıştır. İkinci adım, kentsel büyümeden sorumlu fiziksel ve ekonomik itici güçler incelenmiştir. Daha sonra, Markov Zinciri (MC) aracılığıyla tahmin edilen değişim miktarı ile gelecekteki kentsel büyümenin araştırılması / tahmin edilmesi için kullanılan YSA-Çok Katmanlı Algılayıcı (YSA-MLP) modeli aracılığıyla bir kentsel büyüme olasılık haritası oluşturulmuştur. Daha sonra, 2010 için kentsel büyüme simüle edilmiş ve gözlenen 2010 haritası ile karşılaştırmışlardır. Anlaşma-anlaşmazlık yöntemi, Göreceli çalışma özellikleri (ROC) ve Toplam çalışma Karakteristikleri (TOC) kullanılarak değerlendirmeler yapılmıştır. Kentsel Büyüme Sınırını (UGB) tanımlamak ve SMC, Hindistan gelecekteki büyüme modellerini karakterize etmek için bir Yapay Sinir Ağı (YSA) modeli ve bir dizi peyzaj ölçütü kullanılmıştır. Özellikle, Kentsel Sert Sınır (UHB) ve Kentsel Yumuşak Sınır

(USB) olmak üzere iki kentsel sınır simüle edilmiştir. Sonuçlar, temel hizmet sunumunu ele almak için 123 km² alana sahip bir USB ve ekolojik parçalanmayı yönetmek için 211,88 km² alana sahip bir UHB önerilmiştir.

Jiao ve diğ. (2019) Çin, Pearl Nehri Deltası'nda (PRD) yaptıkları “Çin'deki Pearl Nehri Deltası, Arazi Kullanımının ve Peyzaj Deseninin Mekânsal-Zamansal Dinamik Simülasyonu” başlıklı araştırmada (1) AKAÖ'nün özelliklerini ve 1985'ten 2015'e kadar olan peyzaj desenindeki değişikliği keşfetmek; (2) PRD'deki arazi geliştirme dinamiklerini simüle etmek için en uygun modeli bulmak; (3) 3 senaryo altında 2030'daki PRD'nin arazi kullanım modellerini tahmin etmek; ve (4) kent ve arazi kullanım planlaması için rehberlik ve PRD'de gelecekteki arazi kullanımı yönetimi stratejileri için öneriler sağlamayı amaçlamıştır. 1985, 1990, 1995, 2000, 2005, 2010 ve 2015 yıllarında Guangdong Eyaleti'nin yedi AKAÖ haritası Kaynak ve Çevre Veri Bulut Platformundan indirilmiş ve PRD sınırlarına uygun olarak kırpılmıştır. Arazi kullanım türleri altı sınıfa ayrılmıştır. Çalışmada, peyzaj yapısını ve mekânsal desen özelliklerini analiz etmek ve tanımlamak için peyzaj parçalanması, şekil, birleştirme ve çeşitlilik indeksi dahil olmak üzere dört grup peyzaj indeksi seçilmiştir. Arazi kullanım türlerinin nicel dinamiklerini simüle etmek için sistem dinamikleri (SD), gri tahmin (GM) modeli ve Markov modelleri seçilmiş ve arazi kullanım türlerinin mekânsal dinamiklerini simüle etmek için hücresel otomatlar (CA) modelleri seçilmiştir. SD modeli Vensim PLE 5.10 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Model, PRD'nin AKAÖ'sünü doğal, nüfus, ekonomik ve politik faktörlerle simüle etmek için uygulanmıştır. GM, farklı denklemleri kullanarak sistem özelliklerini belirlemek için kullanılan bir model olduğu belirtilmiştir. GM'nin amacı, AKAÖ'deki geçmiş verilerden bilgi almak ve bir tahmin sağlamaktır. GM kodları, MATLAB.R2016a yazılımı kullanılarak 1985'ten 2010'a kadar arazi kullanım türleri alan verilerine göre çalıştırılmıştır. Arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliği doğrudan insan faaliyetleriyle ilgili olduğu tespit edilmiştir. Ekim alanları ile yapısal alanlar ters yönde eğilim göstermiştir. Simülasyon süreçleri, sosyal ve ekonomik faktörlerin AKAÖ süreçleri üzerinde büyük etkisi olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, koordineli geliştirme senaryosu altındaki SD-CA modelinin PRD için en iyi sonucu verdiği vurgulanmıştır.

Abdolalizadeh ve diğ. (2019) İran, Marakan koruma alanındaki (MPA) yaptıkları “Marakan Koruma Alanındaki Peyzaj Desen Değişikliği, İran” Başlıklı çalışmada (1) AKAÖ sınıflarını ve bunların incelenen dönemde meydana gelen değişikliklerini belirlemek ve (2) sınıf ve peyzaj düzeylerinde çeşitliliği, karmaşıklığı ve parçalanma özelliklerini analiz etmek için

peyzaj desenini ölçmeyi amaçlamışlardır. Çalışma alanın 31 yıllık iki zaman aralığı için 1985-2016 yıllarına ait Landsat 5 ve Landsat 8 görüntüleri kullanmışlardır. Görüntü sınıflandırma ve veri analizleri için TERRSET, ENVI, ArcMap ve FRAGSTATS yazılımları kullanılmıştır. Gözlemler (1) insan hâkimiyetindeki AKAÖ türleri alanında artan değişiklikler meydana geldiğini ve birleştirme lekeleri ve ortaya çıkan yeni lekeleri geliştirme eğilimi tespit etmişlerdir. (2) MPA'da baskın AKAÖ türleri olarak meralar, esas olarak düşük kaliteli meralara dönüşüm için bir eğilim izlediğini gözlemlemişlerdir. Meralardaki ekolojik bozulmaların gelecek için olumsuzluk oluşturacağı belirtilmiştir.

Ghosh, (2019) “Hindistan, Bhopal'da Kentsel Büyüme ve Arazi Kullanımı-Arazi Örtüsü Değişikliği” başlıklı çalışmada Hindistan, Bhopal kentinde 1991, 2000 ve 2016 yılları arasında yirmi beş yılda meydana gelen arazi örtüsü değişimini ortaya koymaya ve oluşturacakları arazi kullanım senaryoları ile kent büyüme fenomeninin arazi kullanımı/azali örtüsü sınıflarını nasıl değiştirdiğini tespit etmeyi amaçlamıştır. Öncelikle Bhopal 1991, 2000 ve 2016 Landsat uydu görüntüleri sınıflandırılması yapmıştır. Yapılan sınıflandırma işleminden sonra kent dinamiklerinin değerlendirilmesi için kentsel büyümenin bir göstergesi olarak yerleşik arazi değişimi, kentsel büyümenin serbestlik derecesinin ölçülmesi ve kentsel büyümenin yoğunluğunu ölçmüştür. Sonuçlar kentin yıllar içinde beklenen büyüme beklentisini karşılayamadığını ancak yerleşim yerlerinin düzensiz bir şekilde kent sınırlarını aştığı gözlemlemiştir. Bu, dağınık bir şekilde çekirdek kentsel alanın dışına uzanan istenmeyen bir kentsel büyüme modeli ve süreci olduğunu tespit edilmiştir. Ayrıca, kentin belirli bir zaman dilimi içinde farklı mekânsal kuşaklara dağılmış yerleşik büyüme eğilimi içinde olduğu tespit edilmiştir. Kentin genişlemesi, arazi kullanım sistemini değiştirmiş ve kentin çevresi üzerinde bu durum olumsuz bir etki yaratmıştır. Bu süreçten en çok tarım ve orman arazilerinin etkilendiğini ve orman arazisi ve su kaynaklarının 1991 ve 2016 yılları arasında azalma eğilimine girdiği tespit edilmiştir.

Patel ve diğ. (2019), Hindistan, Varanasi kentinde yaptıkları “Kent Çeper Büyümesi ve Tarımsal Büyümenin Arazi Kullanımı-Arazi Örtüsü Değişikliği Üzerindeki Etkisi” başlıklı çalışmada jeo-uzamsal verilerin kullanımıyla 1993'ten 2013'e kadar arazi kullanımındaki değişimini analiz ederek tarım arazilerinin yapay yüzeylere dönüşümünü incelemeyi amaçlamışlardır. Çalışmada 2013 Landsat 8, 2003 Landsat 7 ve 1993 Landsat 5 tarihlerine ait uydu görüntüleri kullanılmıştır. Çalışmada ön işlem ve değişimleri belirlemek için ENVI (ver. 5.2), MLC (maksimum olasılık sınıflandırması) ve LAC (Arazi soğurma katsayısı) ve LCR (arazi tüketim oranı) denklemlerini uygulamıştır. Yirmi yıllık bir dönem için uzaktan

algılanan verilerin analizi, yerleşim alanının yaklaşık %345 arttığını, bitki örtüsünün ise 1993-2013 döneminde %86 azaldığını ortaya koymuştur. Diğer gözlemlerin aksine, kentsel büyümeye bağlı arazi kullanım değişiklikleri sadece inşa edilen alanı değil, aynı zamanda tarım sınıfını da artırmıştır. Tarım alanları yirmi yılda %39 artmıştır.

Cengiz ve diğ. (2019) Türkiye İstanbul kentinde yaptıkları “Türkiye’de İstanbul kentinde ekonomik büyüme odaklı kalkınma politikalarının peyzaj değişikliklerine etkisi” başlıklı çalışmada, Türkiye’nin hızlı kentleşme politikasının İstanbul’daki yeşil alanlar üzerindeki etkilerini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Ayrıca yaptıkları çalışmada üç alt amaç belirlemişlerdir: (i) 1984-2000-2017 yıllarında arazi kullanımı ve arazi değişiminin belirlenmesi, (ii) Arazi değişikliği baskısının kentsel yeşil alanlar üzerindeki ekolojik tepkisinin açıklanması ve (iii) Arazi kullanım değişimini hızlandıran kentsel ve ormancılık politikalarını tartışmayı amaçlamışlardır. Çalışma kapsamında 1984, 2000 ve 2017 yıllarına ait uydu görüntüleri kullanılarak arazi kullanımı/örtüsü belirlemek için 8 sınıf kategorisinde veri analizleri yapmışlar. Yapılan analizler sonucunda başlangıçta doğu-batı ekseninde genişlemesi planlanan İstanbul’un, kuzeyde yer alan tarım alanlarına ve ormanlara doğru genişlediği gözlemlenmiştir. 1984 ve 2017 yılları arasında Yapay yüzeyler kategorisinde artış, orman alanları ve tarım alanlarında yıllar içinde bir azalış olduğunu tespit etmişlerdir. Kentsel alanları oluşturan yollar, havaalanları ve köprülerin alansal artışıyla birlikte tarım alanları, kentsel yeşil alanlar ve orman alanlarının yıllar içinde tahrip olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca neoliberal politikalar ve devlet destekli yatırımların kentsel alanların yayılmasında sadece ekonomik büyüme stratejisiyle hareket ettiğine dikkat çekilmiştir.

Sarı, (2020) “İstanbul Kuzey Ormanları’nda Zamansal ve Mekânsal Değişimlerin Uydu Görüntüleri ve Peyzaj Metrikleri ile Analizi” başlıklı tez çalışmasında Türkiye’nin Marmara bölgesinde bulunan İstanbul kentindeki Kuzey Ormanları üzerindeki geçirimsiz yüzey baskısını ve habitat parçalanmalarını, uydu görüntüleri kullanarak arazi kullanımı/örtüsü değişimini belirlemek ve peyzaj metrikleriyle ölçmeyi amaçlamıştır. 1984, 1990, 2000, 2009 ve 2017 yıllarına ait Landsat 5 TM ve Landsat 8 OLI uydu görüntüsü ve 2017 ve 2020 yıllarına ait SENTINEL-2 uydu görüntülerinin kullanıldığı çalışmada peyzaj ve sınıf düzeyinde peyzaj metrik ölçümleri yapılmıştır. Çalışma ayrıca arazi kullanımı/örtüsünü belirlemek için 5 arazi örtüsü sınıfından faydalanmıştır. Sonuçlar 1984 ve 2020 yılları arasında yapılan köprüler ve bağlantı yollarının yıllar içinde kuzey orman alanlarında parçalanma süreçlerini hızlandırdığı ve kuzey orman alanlarında geçirimsiz yüzeylerin alansal artış gösterdiğine dikkat çekilmiştir.

Tewabe ve diğ. (2020), Kuzey Etiyopya’da bulunan Tana gölü havzası da yaptıkları “Kuzeybatı Etiyopya'daki Tana Gölü Havzası'nda Uzaktan Algılama Kullanarak Arazi Kullanımı ve Arazi Örtüsü Değişikliği Tespitinin Değerlendirilmesi” başlıklı çalışmalarında arazi kullanımı ve arazi örtüsü değişikliği (AKAÖ) eğilimini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Çalışmada, AKAÖ değişikliklerini araştırmak için uzaktan algılama verilerinden ayrıca GIS ve ENVI yazılımlarından yararlanmıştır. Havzaya ait 1986, 2002 ve 2018 Landsat uydu görüntüleri kullanılmıştır. Tarım ve yerleşim/kentsel alanlar sırasıyla %13 ve %9,1 artış eğilimi gösterirken, orman, çalılık ve otlaklar sırasıyla %2,3, 9,8 ve %10 düşüş eğilimi gösterdiği tespit edilmiştir. Sonuçlar orman, çalılık ve otlakların tarım ve yerleşim alanlarına dönüşmesinin havzadaki dere akışında değişiklik, toprak bozulması ve hidrolojik sistem gibi sorunlar yaratabileceğini ortaya koymuştur.

Tadese ve diğ. (2020), Etiyopya, Awash Nehri Havzasında (ARB) yaptıkları “Uzaktan Algılama ve Cbs Kullanılarak Awash Nehri Havzasında Arazi Kullanımı / Arazi Örtüsü Değişikliklerinin Ve Dinamiklerinin Haritalanması” başlıklı çalışmalarında uzaktan algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemi (CBS) kullanarak ARB'deki arazi kullanımı ve nüfus artışının dinamiklerini analiz etmeyi amaçlamışlardır. Çalışma için 1988, 2002 ve 2018 yıllarına ait Landsat görüntüleri kullanılmıştır. Görüntüler işlenmiş, sınıflandırılmış ve analiz edilmiştir. Nüfus sayımı ve projeksiyonlarına dayalı nüfus verileri, 2007, 2014 ve 2019 için Awash Basin Authority'den toplanmıştır. Daha sonra Arazi kullanımı / arazi örtüsü dinamikleri ve nüfus artışı, iki değişken arasındaki doğrusal ilişkiyi araştırmak için Pearson korelasyon katsayısı (r) kullanılarak istatistiksel olarak incelenmiştir. Sonuçlar tarım arazisinde orantılı bir azalma ile nüfus artışında bir artış eğilimi göstermiştir ve bu nedenle gıda güvenliği endişeleri çalışmada özellikle vurgulanmıştır.

Shi ve diğ. (2020) yaptıkları “Globeland30 Verilerine Dayalı Pekin-Tianjin-Hebei Bölgesinde Arazi Örtüsü ve Peyzaj Örüntü Değişiminin Analizi” başlıklı çalışmada Pekin-Tianjin- Hebei Bölgesinde Globeland30 2000-2010 verilerine dayalı iki dönemlik uydu verilerini kullanarak Arazi örtüsü ve peyzaj desen değişiminin analizi etmeyi amaçlamışlardır. Analizlerde değişimi ortaya koymak için geçiş matrisleri ve peyzaj indeksleri kullanmışlardır. Sınıflandırma için arazi örtüsü 10 kategoriye (ekili arazi, orman, otlak, tundra, çalılık arazi, sulak alan, su kütlesi, yapay yüzey, çıplak arazi, buzul ve kalıcı kar örtüsü) ayrılmıştır. Çalışmada indeks analizi için GIS ve FRAGSTAT yazılımları kullanılmıştır. Bölgenin parçalanma ve mekânsal heterojenliğini analiz etmek için peyzaj düzeyinde indeksler kullanılmıştır. Leke Yoğunluğu (PD), Kenar Yoğunluğu (ED), Peyzaj

Şekli İndeksi (LSI), Kümelenme İndeksi (CONTAG), Shannon Çeşitlilik İndeksi (SHDI) ve Shannon Düzgünlük İndeksi (SHEI) peyzaj desen değişikliğini incelemek için seçilmiştir. Sonuçlar ekilebilir arazi ve su kütlesinde yıllar içinde azalma ve orman, sulak arazi ve yapay yüzeylerde bir artış gözlemiştir. Peyzaj desen değişikliği perspektifinden bakıldığında ise leke yoğunluğunda artış parçalanmanın arttığını şekil indeksindeki artış lekelerin düzensiz ve karmaşık olduğunu göstermiştir. Peyzaj yüzeyinin bozulmalar yaşadığını ve bozulmanın giderek artması ön görülmüştür.

Flowers ve diğ. (2020) Belize'deki gerçekleştirdikleri “Belize'deki Ekosistemlerin Habitat Parçalanmasının Peyzaj Metrikleri Kullanılarak Analizi” başlıklı çalışmalarında habitat parçalanmasını 2001, 2011 ve 2017 peyzaj metrikleri kullanarak analiz etmeyi amaçlamışlardır. Patch Analyst yazılımında 2001, 2011 ve 2017 yılları için parçalanma analizi yapılmıştır. Çalışmada kullanılan bazı metrikler, şekil indeksi (SHAPE), ortalama şekil indeksi (MSI), alan ağırlıklı ortalama şekil indeksi (AWMSI), yatay şekil indeksi (LSI) gibi metrikler kullanılmıştır. Bu metrikler lekelerin karmaşıklığını, karmaşıktaki artışın parçalanmadaki artış nasıl yol açtığını ölçülmüşlerdir. Sonuçlar, özellikle 2001'den 2011'e kadar önemli habitat parçalanması olduğunu göstermiştir. Tarım alanları 10 yılda %19.37 artarken, bazı habitatların NUMP'si %284 arttığını belirlemişler.

Xing ve diğ. (2020) Çin, Shenzhen Kentinde yaptıkları “Mekânsal Metrikler Kullanarak Kentsel İşlev Sınıflandırması için Kentsel Peyzajların Ölçülmesi” başlıklı araştırmada (1) mekânsal ölçütleri kullanarak birden çok peyzaj unsurunu entegre ederek kentsel peyzajları yeterince karakterize etmek, (2) bu mekânsal ölçütlerin kentsel işlevlerin tanımlanmasında kullanılabilirliğini değerlendirmek ve (3) otomatik bir kentsel işlev sınıflandırması oluşturmayı amaçlamışlardır. İlk olarak, kentsel işlevlerin peyzajlarını etkin bir şekilde karakterize edilmiştir. Mekânsal ölçümler, binalar, yeşil alanlar, su kütleleri, kentsel tesisler, ikincil yollar ve diğer alanlar ve bunların etkileşimleri dâhil olmak üzere birden fazla peyzaj ögesi ölçülerek tasarlanmıştır. İkinci olarak, bu uzamsal ölçümlerin fizibilitesi dikkatlice değerlendirilmiştir. Her bir mekânsal metriğin kentsel peyzajı tanımlamadaki yeterliliğini değerlendirmek için kısmi bir korelasyon analizi önerilmiştir.

Bu analizi, belirli kentsel işlevleri göstermede bu ölçümlerin etkinliğini sağlamak için bir varyans analizi (ANOVA) yapılmıştır. Üçüncüsü, kentsel işlevleri otomatik olarak sınıflandırmak için yeni bir çerçeve önerilmiştir. Değerlendirilen uzamsal ölçüler, koşullu çıkarım rasgele orman yaklaşımına dayalı sınıflandırmada kullanılmıştır. Yöntemin etkinliğini değerlendirmek için, Naive Bayes, destek vektör makinesi (SVM) ve rastgele

orman gibi diğer algoritmalar da kentsel işlev sınıflandırmasındaki test doğruluklarını karşılaştırarak dikkate alınmıştır. Deneysel verilere dayanan sonuçlar, sırasıyla 0.757 ve 0.813 olan test ve genel sınıflandırma doğruluklarını ortaya koymaktadır. Önerdikleri yöntem, kentsel peyzaj özelliklerini etkin bir şekilde tanımlamak ve kentsel işlevleri doğru bir şekilde sınıflandırmak için yeni bir çerçeve sağlayacağını ortaya koymuştur.

Sapena ve diğ. (2020), yaptıkları “Arazi Kullanımı / Arazi Örtüsü Mekânsal-Zamansal Ölçümlerle Kentsel Büyüme Modellerinin Belirlenmesi: Simülasyon ve Analiz” başlıklı çalışmalarında farklı kentsel büyüme mekânsal desenlerin tanımlanması için önemli bir mekânsal-zamansal ölçütler alt kümesini belirlemek, bunları çeşitli temel kentsel formlarda değerlendirmek ve ilk kentsel biçimin etkisini değerlendirmeyi amaçlamışlardır. Bu araştırma büyüme modellerini belirlemek için arazi kullanımı / arazi örtüsü haritalarından mekânsal-zamansal ölçümlerin kullanımını değerlendirmiştir. Çeşitli temel kentsel formlarda (yani tek merkezli, çok merkezli, yayılma ve doğrusal) kentsel büyüme mekânsal modellerinin farklı senaryolarını (yani, genişleme, kompakt, dağınık, yol temelli ve sıçrama) simüle etmek için AKAÖ değişim modellerini uygulamıştır. Ardından, simüle edilmiş senaryolar için mekânsal-zamansal ölçümleri hesaplanmış, ayırt edici analizler uygulayarak en bilgilendirici ölçümleri seçilmiş ve kümeleme yöntemlerini kullanarak büyüme modellerini sınıflandırmıştır. Kentsel büyümenin yoğunlaşmasını, derişikliğini açıklayan iki ölçü, Ağırlıklı ortalama genişleme ve Ağırlıklı Öklid mesafesi, temel kentsel formun etkisine rağmen beş büyüme modelini sınıflandırmada en verimli olarak tespit edilmiştir. Bu ölçümler, gelişen kentsel alanların yönetimini izlemek ve değerlendirmek için büyüme modellerini belirleme potansiyeline sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

3.1. Materyal

Veri ve Veri Kaynakları

Çalışmada peyzaj desen değişiminin zamansal analizi için üç tip açık kaynaklı veri setinden faydalanılmıştır. Bunlar sırasıyla uydu görüntüleri, demografik veri setleri ve fauna verileridir (Çizelge 3.1).

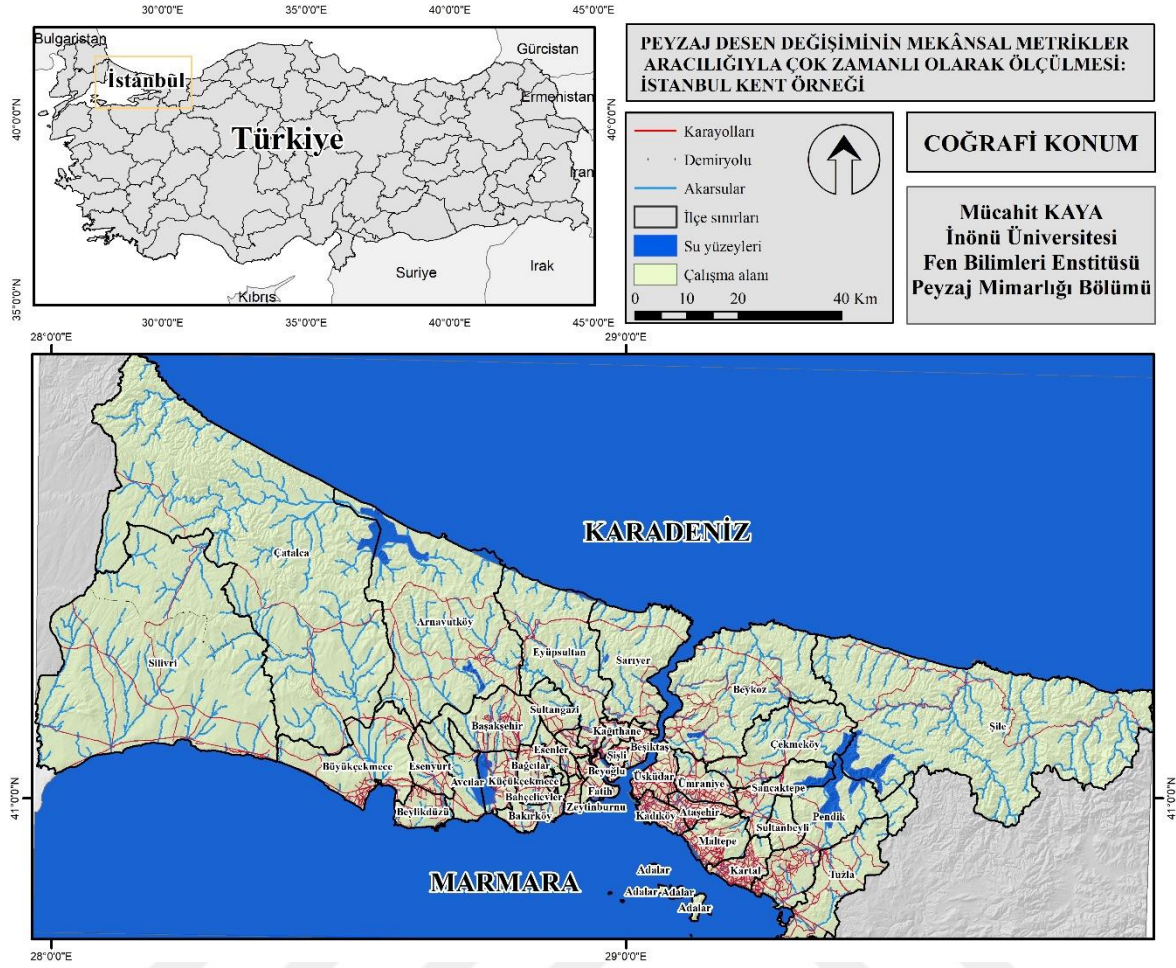
Çizelge 3.1 : Çalışma için kullanılan veri türleri.

Veri türü	Ölçek	Veri kaynağı
Landsat uydu görüntüleri (1984- 2020)	30*30 m	USGS (United States Geological Survey)
Aster GDEM Sayısal Yükselik Modeli	30*30 m	USGS (United States Geological Survey)
IUCN Red LIST	İl düzeyinde	MOL (Map Of Life)
Nüfus verileri (1984-2020)	İlçe düzeyi	TÜİK (Türkiye İstatistik Kurumu)

Çalışma Alanı

İstanbul ili, Marmara bölgesinin kuzeydoğusunda 41° 01 kuzey enlemi ile 28° 58 doğu boylamı arasın da yer alır. İstanbul kenti kuzeyde Karadeniz ile sınırken güneyde ise Marmara Denizi ile sınırdır. Kent batısında Tekirdağ ili ve Doğusunda Kocaeli ili sınır komşusudur. Türkiye'nin idari sınır olarak 64. sırasında bulunan İstanbul ilinin toplam yüz ölçümü 5455 km² ve deniz seviyesinden yüksekliği yaklaşık 4 metredir. Kent Anadolu yakasının güney kıyılarının açıkların da 9 adaya sahiptir.

İstanbul, 1985 yılında 19 ilçeye sahipken günümüzde Adalar, Arnavutköy, Ataşehir, Avcılar, Bağcılar, Bahçelievler, Bakırköy, Başakşehir, Bayrampaşa, Beşiktaş, Beykoz, Beyoğlu, Esenler, Çekmeköy, Eyüp, Esenyurt, Fatih, Gaziosmanpaşa, Güngören, Kadıköy, Kağıthane, Kartal, Küçükçekmece, Maltepe, Pendik, Sarıyer, Sancaktepe, Şişli, Tuzla, Ümraniye, Üsküdar, Zeytinburnu, Büyükçekmece, Çatalca, Silivri, Sultangazi ve Şile olmak üzere toplam 39 ilçeden oluşmaktadır (Şekil 3.1).



Şekil 3.1 : Çalışma alanı.

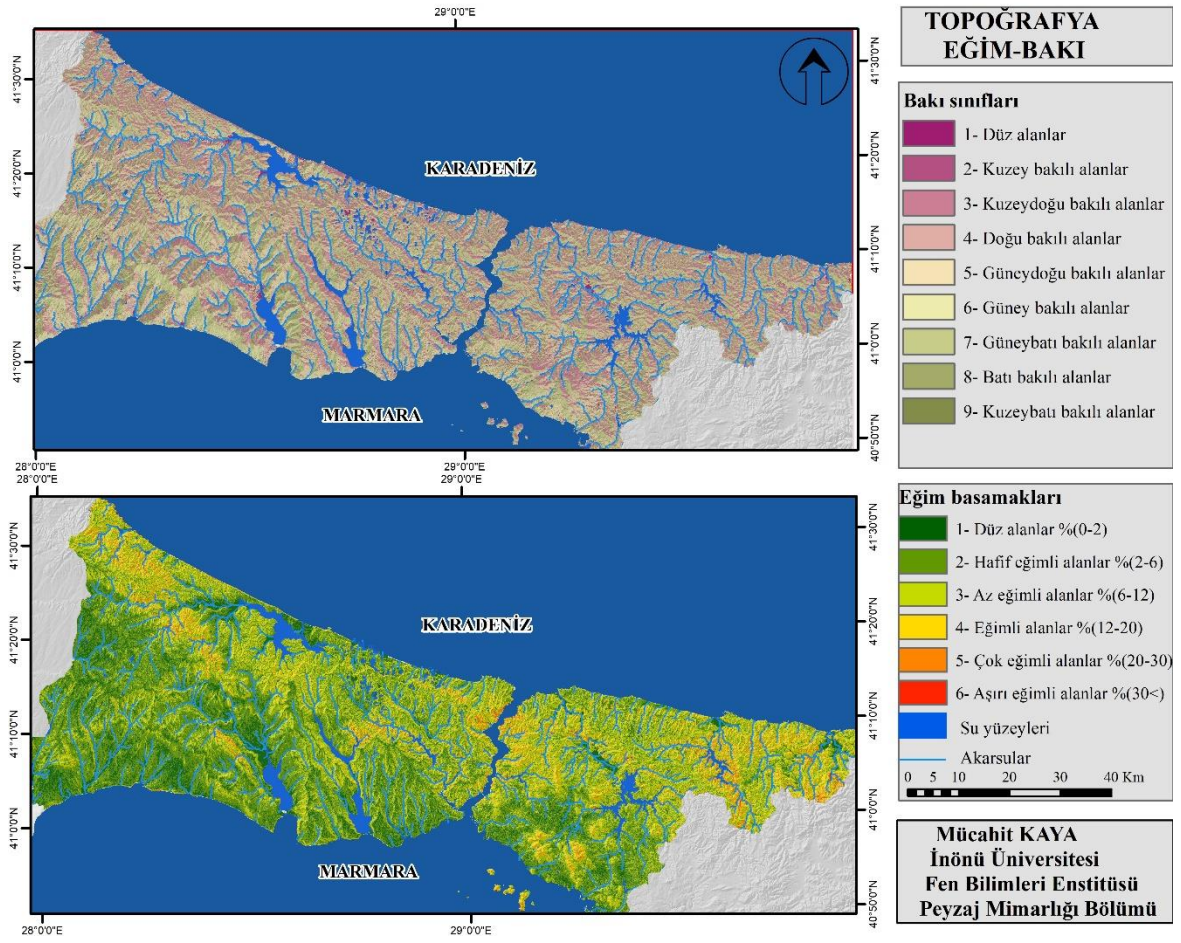
Çalışma alanının topografik ve morfometrik özellikleri

Topografik yapı; yükseklik, eğim ve bakıdan oluşmaktadır.

Eğim: Çalışma alanının eğimini gösteren 6 sınıf %0-2, %2-6, %6-12, %12-20, %20-30 ve %30 < olarak gruplandırılmıştır. Çalışma alanı sınırındaki en baskın eğimi hafif eğimli alanlar %37,4 oluşturmaktadır. Aşırı eğimli alanlar çalışma alanının %0,1 oluşturmaktadır (Şekil 3.2).

Bakı: Çalışma alanında en baskın bulunan bakı %14,1 ile batı bakılı alanlar oluştururken. Çalışma alanında bulunan en düşük bakar alan %3,3 ile düz alanlar oluşturmaktadır (Şekil 3.2).

PEYZAJ DESEN DEĞİŞİMİNİN MEKÂNSAL METRİKLER ARACILIĞIYLA ÇOK ZAMANLI OLARAK ÖLÇÜLMESİ: İSTANBUL KENT ÖRNEĞİ

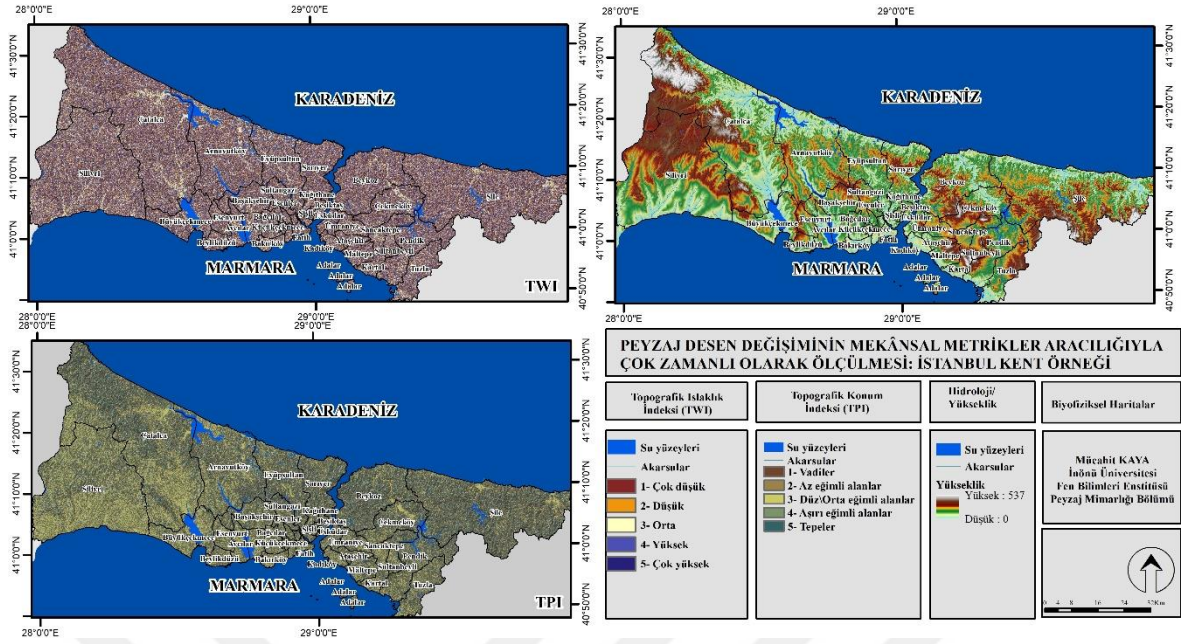


Şekil 3.2 : Eğim ve bakı haritaları.

TWI: Arazinin topoğrafyasına bağlı olarak suyun nerede biriktiğini gösteren indekstir. Çalışma alanında 6 kategoriden oluşan TWI çok düşük, düşük, orta, yüksek ve çok yüksek alanlar sırasıyla %12,4, %23,4, %16,9, %28,9 ve %18,9 oranlarına sahiptir (Şekil 3.3).

TPI: SYM'deki her hücrenin yüksekliğini tespit edip komşu hücrelerle karşılaştırarak tepelerden vadilere kadar arazi formunu belirlememizi sağlar. Vadiler, az eğimli alanlar, Düz/orta eğimli, aşırı eğimli ve tepeler sınıflarından oluşan TPI tüm alanın sırasıyla %30, %8,6, %21,5, %8,8 ve %31,2'sini oluşturmaktadır (Şekil 3.3).

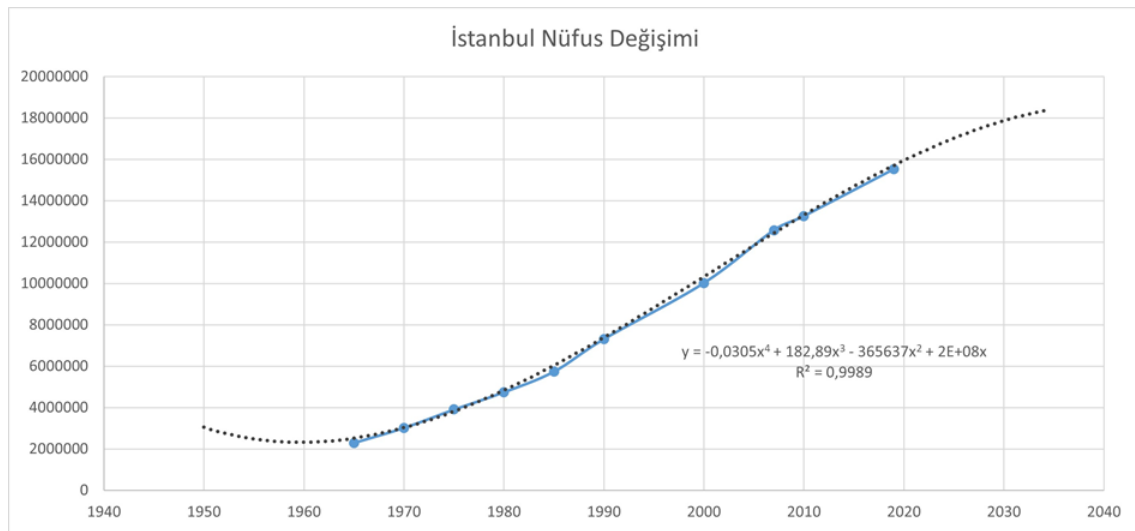
Yükseklik: İstanbul kentinde ortalama yükseklik 270 metredir. İstanbul'daki en yüksek yer Anadolu yakasında olan Kartal ilçesinde bulunmaktadır (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 : TWI, TPI ve Yükseklik haritaları.

Çalışma alanı nüfus değişimi

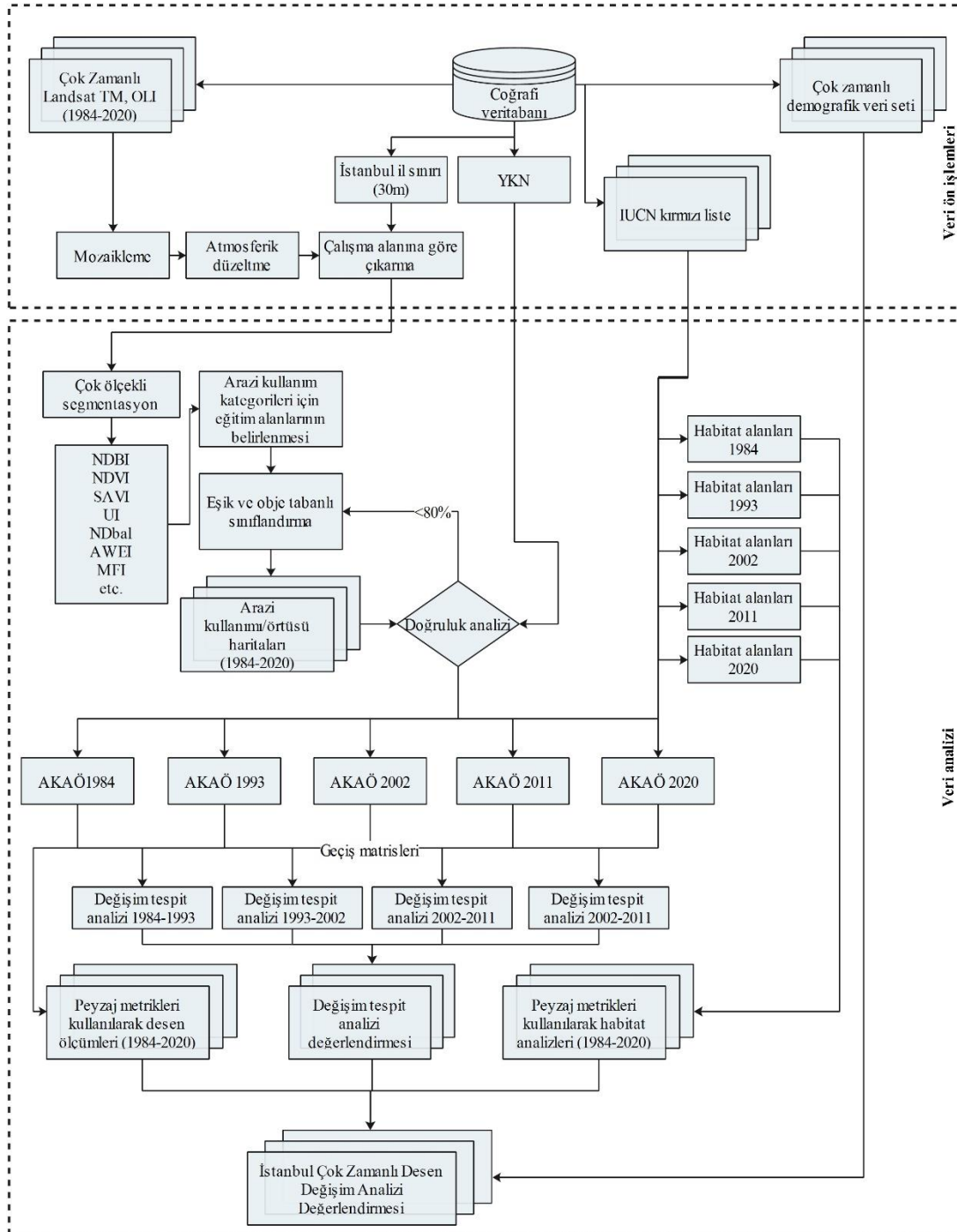
İstanbul ilinin (TÜİK, 2020) nüfus verilerine göre toplam nüfusu 15.519.267 kişidir. İstanbul nüfus bakımından sadece Türkiye'nin değil ayrıca Avrupa'nın en büyük kenti konumundadır (Statista, 2020). İstanbul ili Ayrıca nüfusu 10 milyondan fazla olan dünyanın mega kentleri arasında 22. Sırada yer almaktadır. İstanbul'un 39 ilçe nüfusunun son 50 yıllık değişimi inceliginde; Adalar, Beyoğlu ve Şişli ilçelerinin nüfuslarının geri kalan ilçelere göre nispeten daha az arttığı görülmektedir. 1965-2019 yılları incelendiğinde ilçe statüsüne kavuşan yeni 20 yerleşim yeri göze çarpmaktadır (Şekil 3.4 ve Şekil 3.5).



Şekil 3.4 : İstanbul nüfus değişim grafiği 1965-2019.

3.2. Yöntem

Çalışmanın yöntemi birbirini izleyen 4 analitik aşamadan oluşmaktadır. Bunlar sırasıyla Arazi kullanımı/ arazi örtüsünün çok zamanlı olarak belirlenmesi, arazi kullanımı/örtüsü haritaları kullanılarak değişim tespit analizlerinin yapılması, peyzaj metrikleri kullanılarak peyzaj desenin ve habitat alanlarının ölçülmesi ve son olarak değerlendirme aşamalarından oluşmaktadır. Yöntem ana akışı Şekil 3.6’da verilmiştir.



Şekil 3.6 : Araştırma yöntem akış diyagramı.

3.2.1. Arazi kullanımı/örtüsü değişiminin belirlenmesi

Arazi kullanımı/örtüsü değişiminin belirlenmesinde %10'dan az bulutluluk oranına sahip ve incelenen her yıla ait en az iki farklı mevsimi kapsamak üzere Landsat 5 TM uydu görüntüleri (1984, 1993, 2002, 2011) ve Landsat 8 OLI uydu görüntüleri (2020) kullanılarak sınıflandırma işlemi gerçekleştirilmiştir.

Uydu görüntülerinin sınıflandırılması

Uydu görüntülerini belirleme aşaması çalışma alanının 1984-2020 yılları arasında peyzaj desenin daha iyi tespit edilebilmesi adına dokuz yıl aralıklarla beş dönemi (1984, 1993, 2002, 2011 ve 2020) kapsayacak şekilde belirlenmiştir. 3 aşamalı uydu görüntü sınıflandırma işlemi görüntü ön işleme, nesne tabanlı sınıflandırma ve sınıflandırma doğruluk analizinden oluşmaktadır.

Uydu görüntüleri ön işlemleri

1984, 1993, 2002, 2011 ve 2020 yıllarında kullanılan uydu görüntülerinin dünya dönüşünün neden olduğu geometrik bozulma, atmosferik etkiler, şeritleme ve bant hataları gibi istenmeyen bozulmaları ortadan kaldırmak ve görüntü verilerini iyileştirmek için önemlidir. Bu aşamada geometrik ve radyometrik düzeltmelerden faydalanılır.

Geometrik düzeltme; Geometrik düzeltmenin amacı bozulmaların önüne geçmek ve düzeltilmiş görüntü elde etmektir. Geometrik düzeltme işlemi yapılmazsa belirli piksellerin x, y konumunda kaymalar olacağı için doğru bir coğrafi konum elde edilmeyebilir. Bu işlemi gerektiren durumlar olduğunda yer kontrol noktaları (YKN) kullanılmaktadır. Bu nokta referansları GPS ve coğrafi referansları belirlenmiş başka bir haritayla karşılaştırılarak düzeltme yapılır. Nokta örneklem sayısı arttıkça görüntülerdeki geometrik bozulmalar azalır. Çalışmada kullanılan USGS uydu görüntülerinin çoğu temin edildiğinde geometrik bozulmalara karşı düzeltilmiş olduğu için ekstra bir düzeltme işlemine ihtiyaç duyulmamaktadır (Cengiz, 2019)..

Radyometrik düzeltme: Uzaktan algılama görüntülerinden tematik haritalar elde edilmeden önce hata payanı en aza indirmek için yapılan bir aşamadır. Amaç yeryüzünden yansıyan ışınlardan kaynaklı piksel bozulması, su buharı ve bulutluluk gibi atmosferik koşullardan etkilenen alanların düzeltmelerini yapmaktır. Bu işlem için FLAASH modeli kullanılmıştır (Cengiz, 2019).

FLAASH model eşitliği;

$$L = \left(\frac{A\rho}{1-\rho_e^S} \right) + \left(\frac{B\rho_e}{1-\rho_e^S} \right) + L_a$$

$$L_e \approx \left(\frac{(A+B)\rho_e}{1-\rho_e^S} \right) + L_a$$

ρ_e ; pikselin ve çevreleyen bölge için ortalama yüzey yansıtması

ρ ; pikselin yüzeydeki yansıtması

L_a ; atmosferin geri yansıttığı parlaklık

S ; atmosferin küresel yansıtma bilirliği

A ve B ; Atmosferik ve geometrik koşullara bağlı ancak yüzeye bağlı olmayan katsayılardır

Atmosferik düzeltmenin ardından doğru kabul edilen 0-10000 aralığı dışındaki değerler band math aracı kullanılarak maskelenmiştir. Böylece yeniden düzenlenen görüntü her bant için 0-1 arasında yeni değer tanımlanmıştır.

Kullanılan band math eşitliği;

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

Eşitlikte “B1” görüntüye ait bantları ifade etmektedir.

Görüntülere ait oldukları yıllara göre mozaikleme işlemi yapılmıştır. Bu aşamadan sonra görüntülere kesme (clip) işlemi uygulanarak çalışma alanına göre kesilmiştir. Aynı yıllara ait farklı ayların görüntüleri katman istifleme (layer stacking) işlemi yapılmıştır. Yapılan işlem sonucunda görüntülere ait band sayıları 2 ye çıkarılmıştır (Cengiz ve diğ, 2019).

Uydu görüntülerinin sınıflandırılması

Uydu görüntülerinin sınıflandırması, sayısal spektral ölçümlerden bir manzarayı tanımlayabilen anlamlı sınıflara gerçekleştirmeyi içerir. Sınıflandırma, fiziksel bir ölçümden yüzeyin kartografik veya tematik tanımına, örneğin orman, kentsel alan, su yüzeyi, elma bahçeleri vb. elde edilmesidir. Yapılan çalışmanın amacına uygun olarak belirli düzeylerde arazi kullanım kategorileri belirlenmiştir (Çizelge 3.4).

Çizelge 3.2 : Düzey 1 ve Düzey 2 arazi kategorileri.

Düzey 1	Düzey 2
1. Yapay yüzeyler	1.1.Sürekli kentsel doku
	1.2.Kesintili kentsel doku
	1.3.Maden ve inşaat sahaları
	1.4.Havaalanı
	1.5.Karayolu ağları
2. Kentsel açık ve yeşil alanlar	1.6.Kentsel açık ve yeşil alanlar
3. Tarım alanları	2.1.Kuru tarım alanları
	2.2.Sulu tarım alanları
	2.3.Nadas tarım alanları
4. Orman alanları	3.1.Orman alanları
5. Doğal ve yarı doğal alanlar	3.2.Seyrek vejetasyon alanları
	3.3.Kumul ve kumsal alanları
6. Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu	4.1.İç su kütleleri
	4.2.Deniz
	4.3.İslak alan vejetasyonu

Sınıflandırma işlemi eşik temelli obje tabanlı sınıflandırma ile yapılmıştır. Bu işlemde segmentasyon aşaması, indekslerin hesaplanması, eşik belirleme aşaması ve doğruluk analizinden oluşmaktadır.

Segmentasyon aşaması: Görüntü analizinin ilk adımı, görüntüyü piksel ve nesne tabanlı parçalama işlemidir. Bu işlem aynı sınıftaki görüntü nesnelerini oluşturma ve birleştirmek için çeşitli algoritmalar kullanılmaktadır.

Dörtlü bölümlleme (Segmentation quadtree): Görüntü nesnesi oluşturmak için kullanılır. Farklı boyutlarda dörtlü kare bölme tabanlı algoritmasıdır.

Çok çözünürlüklü segmentasyon (Multiresolution segmentantion): Piksel veya görüntü nesnelerinin eşitliğine göre birleştirerek homojenliği artırmak için kullanılan bir algoritmadır.

Satranç tahtası segmentasyonu (chessboard): Görüntünün tamamı belirlenen manuel değerlerle eşit alanlara sahip kareleme işlemesidir. Kullanılan uydu görüntülerinin 30*30 metre olmasından dolayı çizgisel sınıf alanların belirlenmesi için parametre değeri “1” olarak kullanılmıştır. Kullanılan “1” değeri 30*30 metreye karşılık gelmektedir.

Spektral fark algoritması (spectral difference segmentation): Bu algoritma belirlenen eşitliklerle komşu nesneleri arasındaki eşitliğin uygunluğu halinde nesnelerin birleştirilmesini sağlar.

İndekslerin hesaplanma ve eşik değerlerin belirlenmesi aşaması: Uydu görüntülere ait bantlar arasında matematiksel ve istatistiki eşitlikler kullanılarak indeksler vejetasyon alanları, su yüzeyleri, yapay yüzeyler ve çıplak yüzeyler için hesaplanmıştır.

Ayrıca araştırmada kullanılan her bir yıl için NIR ve Red bantları arasında regresyon eşitliği R yazılımı kullanılarak %99 güvenilirlik aralığı ile hesaplanmış ve NIR ve Red bantları arasındaki eğim “a”, kesim noktası “b” ve kesim açısı “α” ayrı ayrı hesaplanmıştır (Çizelge 3.5) (Cengiz, 2019).

Çizelge 3.3 : Bantlar arasındaki kesim ve eğim değeri tablosu.

	Kesim noktası (b)	Eğim (a)	α
1984	0.02607	2.08404	$90^\circ - \tan^{-1}(a) = 25,6335$
1993	0.05677	1.37449	$90^\circ - \tan^{-1}(a) = 36,0374$
2002	0.10220	1.09562	$90^\circ - \tan^{-1}(a) = 42,3875$
2011	0.05729	1.40567	$90^\circ - \tan^{-1}(a) = 35,4280$
2019	0.13455	0.72595	$90^\circ - \tan^{-1}(a) = 54,0223$

Vejetasyon indeksleri; Çizelge 3.6’da verilen indeksler uydu görüntüleri üzerindeki vejetasyon kaplı alanların sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Buna göre her bir yıla ait farklı mevsimleri içeren görüntüler üzerinden öncelikli olarak NDVI_{yaz} ve NDVI_{bahar} indeksleri kullanılarak her iki dönemde de (yaz ve bahar) 0,3 eşikinden büyük alanlar vejetasyon ana kategorisinde sınıflandırılmış ve daha sonra bu ana kategori üzerinden MFI_{yaz} >= 3,4 eşik kullanılarak orman alanları çıkarılmıştır. (NDVI ve MFI eşikleri ortalama olarak verilmiştir. Her dönem için indeks eşikleri ayrı ayrı hesaplanmıştır.)

Çizelge 3.4 : Vejetasyon indeksleri.

İndeks	Formül	Açıklama
Normalleştirilmiş Vejetasyon Fark İndeksi (NDVI)	$NDVI = \frac{(NIR - Red)}{(NIR + Red)}$	Vejetasyon yoğunluğu ve değişimini belirlemek için kullanılmıştır. NDVI (-1, 1) aralığında ve vejetasyon kaplı alanlar NDVI >= 0.3 aralığındadır (Cengiz, 2019).
Dönüştürülmüş Toprak Ayarlanmış Vejetasyon İndeksi (TSAVI)	$TSAVI = \frac{(a(NIR - aRed - b))}{(aNIR + Red - ab) + X(a + a2)}$	Toprak parlaklık etkisini azaltan bitki örtüsü indeksidir (Cengiz, 2019).
Ağırlıklandırılmış Vejetasyon Fark İndeksi (WDVI)	$WDVI = NIR - a * Red$	Bu indekste yüksek değerler vejetasyon kaplı alanları ifade etmektedir (Cengiz, 2019).
Düzeltilmiş Orman İndeksi (MFI)	$MFI = (((NIR - Red) / (NIR + Red)) - 0.01) / (NIR - a * Red) * ((NIR_{max} - NIR) / (0.1 + Green))$	Bu indeks Cengiz ve diğ. (2019) tarafından geliştirilmiştir. MFI >= 3,4 olan bölgeler orman alanlarını ifade etmektedir.

Su yüzeyleri indeksleri; Çizelge 3.7’de verilen indeksler uydu görüntüleri üzerindeki su yüzeylerinin ve ıslak alan vejetasyonu kaplı alanların sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Buna göre her bir yıla ait farklı mevsimleri içeren görüntüler üzerinden öncelikli olarak MNDWI_{bahar} indeksi kullanılarak görüntü üzerinde 0 eşik değerine eşit ve daha büyük olan alanlar su yüzeyleri ana kategorisi olarak sınıflandırılmıştır. Daha sonra bu ana kategori ile komşuluk (0,25) ve uzaklık (10 piksel) değişkenleri girilerek aynı indeks üzerinden bu sefer -0.1 eşik değeri kullanılarak sınıflandırma gerçekleştirilmiştir. Elde edilen su yüzeyleri ana kategorisi içerisine karışmış gölgelik ve vejetasyon alanları AWEInsh_{yaz}(≥ 0), NDWI_{yaz}(≥ 0) ve NDVI_{yaz}(≥ 0.3) indeksleri ve eşikleri kombin edilerek su yüzeyi olmayan gölgeli alanlar ve ıslak alan vejetasyonları sınıflandırılmıştır.

Çizelge 3.5 : Su yüzeyleri indeksleri.

Türkçe	Formül	Açıklama
Otomatik Su Çıkarma İndeksi (AWEInsh)	$AWEInsh = 4 * (Green - SWIR 1) - (0.25 * NIR + 2.75 * SWIR 2)$	Bu bant sayesinde su ve su olmayan pikseller arası farkı belirlemektir (Feyisa, 2014).
Değiştirilmiş Normalleştirilmiş Fark Su İndeksi (MNDWI)	$MNDWI = \frac{Green - SWIR 1}{Green + SWIR 1}$	Kullanılan NDWI bandının biriken su yüzeylerindeki pikselleri tam olarak ayırt edemediğinde kullanılmıştır. $0 < MNDWI < 1$ arasında eşik belirlenmiştir (Cengiz, 2019).
Normalleştirilmiş fark su indeksi (NDWI)	$NDWI = \frac{(Green - NIR)}{(Green + NIR)}$	Bitkilerdeki ve topraktaki nem miktarını belirler. (-1, 1) değerleri arasındadır (Cengiz, 2019).

Yapay yüzey ve çıplak yüzey indeksleri; Çizelge 3.8’de verilen indeksler uydu görüntüleri üzerindeki yapay ve çıplak yüzeyli alanların sınıflandırılmasında kullanılmıştır. Buna göre her bir yıla ait farklı mevsimleri içeren görüntüler üzerinden öncelikli olarak NBR_{bahar} ve NBR_{yaz} eşikleri 0,1’den büyük alanlar yapay yüzey ve çıplak yüzey ana kategorisi olarak sınıflandırılmıştır. Ardından bu sınıfla %20 oranında karışma yaşayan kuru tarım alanları, NDVI_{bahar}(≥ 0.3), TSAVI_{bahar}(≥ 0.4) ve WdVI_{bahar}(≥ 0.36) eşik ve indeksleri kombin edilerek yapay yüzey ve çıplak yüzey ana kategorisinden ayrıştırılmıştır. Ardından yapay yüzey ve çıplak yüzey ana kategorisi spektral farklarına göre yeniden segmente edilmiş ve araştırma kapsamında üretilen tüm bant indeksleri ve bant özellikleri kullanılarak Destek Vektör Makinesi (SVM) algoritması kullanılarak Düzey 2 alt kategorilerine ayrılmıştır. Bu ana kategori içerisinde karayolu ağı kategorisi satranç tahtası segmentasyon algoritması kullanılarak manuel olarak sınıflandırılmıştır.

Çizelge 3.6 : Yapay ve Çıplak yüzey indeksleri.

Türkçe	Formül	Açıklama
Çıplak toprak indeksi (BI)	$BI = \frac{((SWIR\ 1 + Red) - (NIR + Blue))}{((SWIR\ 1 + Red) + (NIR + Blue))} * 100 + 100$	Bitki örtüsün az olduğu çıplak ve yapay alanların parlaklık indeksine göre belirlemeye yardımcı olan banttır.
Normalize Yanma Oranı (NBR)	$NBR = \frac{(NIR - SWIR\ 2)}{(NIR + SWIR\ 2)}$	Yanmış alanları belirlemek ve yanık şiddetini ölçmeye sağlayan banttır (Cengiz, 2019).

Yukarıda aktarılan indeks ve eşikler kullanılarak gerçekleştirilen sınıflandırmalar sonrasında sınıflandırılmayan tek ana kategori tarım alanları olarak sınıflandırılmış ve çok çözünürlük segmentasyon algoritmasıyla segmente edildikten sonra araştırma kapsamında üretilen tüm bant indeksleri ve bant özellikleri kullanılarak Destek Vektör Makinesi (SVM) algoritması kullanılarak Düzey 2 alt kategorilerine (Kuru tarım, Nadas tarım ve Sulu tarım) ayrılmıştır.

Doğruluk analizi aşaması: Çalışma için minimum doğruluk %80 olarak belirlenmiştir. Doğruluk analizinde hata matrisleri ve KAPPA indeks sınıf bazında referans veriler (Google earth üzerinden) ve sınıflandırma sonuçları arasındaki ilişki incelenerek oluşturulmuştur.

3.2.2. Arazi kullanımı/örtüsü değişim tespit analizi

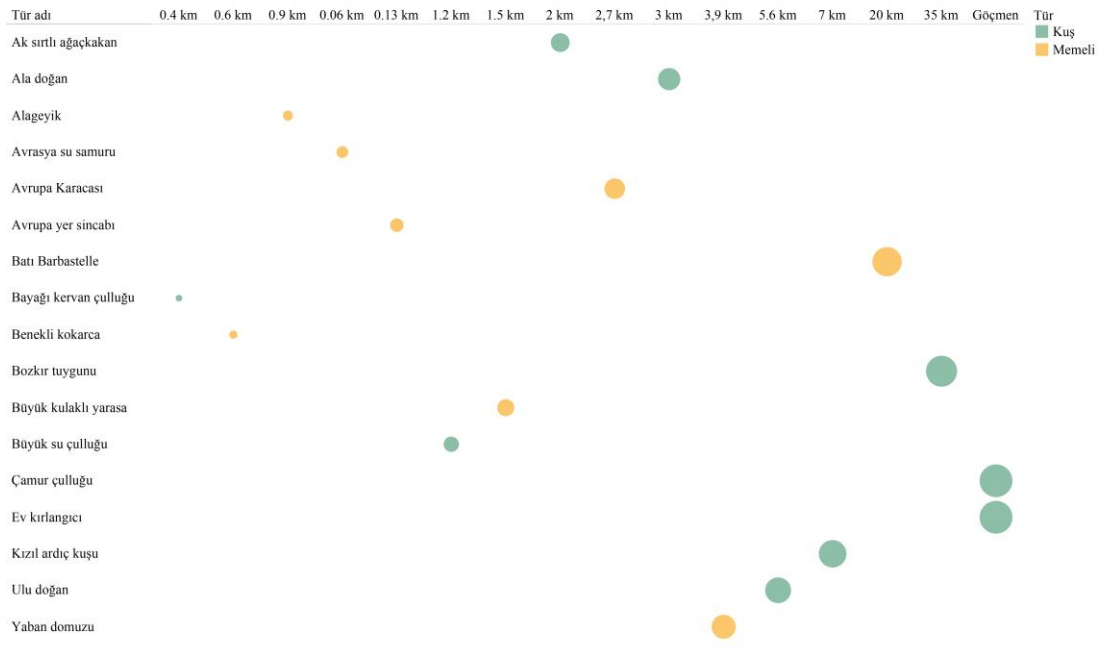
Değişim tespit analizi (Change Detection), ardışık dönemler arasında arazi kullanım kategorilerinin birbirlerine geçiş bilgilerini veren mekânsal bir geçiş matrisidir. Bu aşamada 1984-1993, 1993-2002, 2002-2011, 2011-2020 ve 1984-2020 olmak üzere 4 detay 1 genel olmak üzere toplam 5 dönemde düzey 1 arazi kullanımı/örtüsü (1- yapay yüzeyler, 2- Kentsel açık ve yeşil alanlar, 3- Tarım alanları, 4- Orman alanları, 5- Doğal ve yarı doğal alanlar ve 6- Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu) geçiş matrisleri peyzaj dinamiğinin daha net ortaya konulması için hesaplanmıştır. Bu aşama kendi içerisinde iki alt aşamadan oluşmaktadır. İlk olarak incelenen dönemin başlangıç tarihine (t_1) ait arazi kullanımı/örtüsü haritası orijinal değerinin (her bir arazi kullanım/örtüsü kategorisi 1 ve 6 arasında değer almakta örneğin yapay yüzeyler kategorisi 1 değerini tarım alanları 3 değerini vb. gibi) 10 ile çarpılması ve son olarak da incelenen dönemin son tarihine (t_0) ait arazi kullanımı/örtüsü haritası ile toplanması sonucunda elde edilir (Cengiz ve diğ., 2019). Buna göre değişim haritası 11 ile 66 arasında değişen değerler almaktadır bu değerlerden bazıları şu şekilde yorumlanmaktadır;

Eğer değişim haritasının değeri 11 ise bu alanların incelenen dönemin başlangıç tarihinde (t_1) de bitiş tarihinde de (t_0) yapay yüzey olarak kaldığı başka bir ifadeyle değişimin olmadığı sonucuna varılmaktadır. Benzer şekilde değişim haritasının değeri 22 ise kentsel yeşil alanların değişmediği alanları, 33 ise tarım alanlarının değişmediği alanları ifade etmektedir.

Başka bir ifadeyle değişim haritasındaki değerlerin onlar basamağındaki değer incelenen dönemin başlangıç tarihindeki (t_1) arazi kullanımı/örtüsünü gösterirken birler basamağındaki değer incelenen dönemin bitiş tarihindeki (t_0) arazi kullanımı/örtüsünü göstermektedir. Son bir örnekle değişim matrisini açıklayacak olursak değişim haritasındaki değer eğer 31 ise bu durum başlangıç tarihindeki (t_1) arazi kullanımı/örtüsünün tarım alanı olduğunu bitiş tarihindeki (t_0) arazi kullanımı/örtüsünün ise yapay yüzeyler olduğunu ifade etmektedir.

3.2.3. Peyzaj metrikleri kullanılarak peyzaj desenin ve habitat alanlarının ölçülmesi

Peyzaj metrikleri kullanılarak desen değişiminin ve habitat kayıplarının belirlenmesi aşamasında araştırma kapsamında öncelikle 1984 ve 2020 yılları arasındaki beş dönemi kapsayan 30 metre mekânsal çözünürlüğe sahip düzey 1 arazi kullanımı/örtüsü haritaları UNIX tabanlı Fragstat 4.2 yazılımında 288 metre yarı çaplı hareketli pencere özelliği kullanılarak alan-kenar, şekil, kümelenme ve çeşitlilik özelliklerini inceleyen peyzaj metrikleriyle hem sınıf hem de peyzaj düzeyinde ölçülmüştür (Çizelge 3.9) (Tağıl ve diğ., 2016). Ayrıca 1984 ve 2020 yılları arasındaki 5 dönemi kapsayan arazi kullanımı/örtüsü haritaları IUCN kırmızı listesinden seçilmiş (10 kuş, 8 memeli ve 2 sürüngen) türler için belirlenen habitat büyüklüğü ve habitat özelliklerine göre yeniden sınıflandırılarak habitat ölçeğinde alan-kenar ve çekirdek alan özelliklerini inceleyen peyzaj metrikleriyle ölçülmüştür (Çizelge 3.10, Şekil 3.7).



Şekil 3.7 : İstanbul için seçilmiş fauna dolaşım alanları

Araştırma kapsamında farklı ölçek düzeylerini ölçmek için literatürde en fazla kullanılan 10 peyzaj metriği kullanılmıştır. Ayrıca farklı düzeylerde gerçekleştirilen peyzaj metrik ölçüm sonuçları arsında korelasyon matrisleri oluşturularak metriklerin yapısal özellikleri ve benzerlikleri ortaya konulmuştur.

Çizelge 3.7 : Sınıf ve peyzaj düzeyinde kullanılan metrikler.

K.k	Metrik adı/ Kısaltma	Formül	Açıklama
Alan, kenar ve Yoğunluk	Kenar yoğunluğu/ ED	$ED = \frac{E}{A} (10,000)$ $ED \geq 0$	Hektar başına tüm kenarların toplam uzunlunu ölçmeye yarar. Değerin sıfır olması kenar özelliği olmadığını gösterir.
	En büyük leke indeksi/ LPI	$LPI = \frac{MAX(a_{ij})}{A} (100),$ $0 < LPI \leq 100$	En büyük leke alanını ölçmeye yarar. LPI 0'a yaklaştıkça leke küçülürken 100'e yaklaştıkça büyür.
	Toplam kenar/ TE	$TE = \sum_{k=1}^m e_{ik}$ $TE \geq 0$	Karşılık geldiği aynı lekenin tüm kenarlarını ölçer. Sıfır değeri kenarsız olduğunu gösterir.
	Leke yoğunluğu/ PD	$PD = \frac{n_i}{A} (10,000)$ $(100), PD > 0$	Leke sayısı artışının yoğunluğunu belirler.
	Leke sayısı/ NP	$NP = n_i$ $NP \geq 1$	Belirli bir leke türünün leke sayısını gösterir. NP 1'e eşit olduğunda tek bir lekeden oluştuğunu NP değeri arttıkça leke sayısı da artar.
	Peyzaj şekil indeksi/ LSI	$LSI = \frac{e_i}{\min e_i}$ $LSI = 1$ $LSI \geq 1$	Peyzaj şekil düzenini gösterir. LSI 1'e eşit olduğunda leke şekli kare ya da kareye benzer LSI değeri arttıkça düzensizlik artar.
Şekil	Çevre-Alan Fraktal Boyut/ PAFRAC	$1 \leq PAFRAC \leq 2$	Değer 1 e yaklaştıkça leke daha basit ve düzenli bir şekil alırken 2'ye yaklaştıkça daha düzensiz bir şekle sahip olur.
	Ortalama fraktal boyut /FRAC_MN	$FRAC_MN > 0$	Leke şekli kare ise 1'e eşitken lekeler düzensizleştikçe değer 2'ye yaklaşır.
Toplanma	Toplama indeksi/ AI	$0 \leq AI \leq 100$	Değer 100'e yaklaştıkça kompaktlık artarken 0'a yaklaştıkça leke karmaşıklığı artar.
Çekirdek alan	Çekirdek alan ortalaması /CORE_MN	$CORE_MN \geq 0$	Aynı tür lekelerin toplam çekirdek alan ortalamasına eşittir.
K.k; Kavramsal kategori			

Habitat alanlarındaki türlerin hareketliliğini sınırlandıran çekirdek alan, kenar baskıları, leke sayıları ve habitat parçalanmalarını tespit etmek, değişimini ölçmek için 4 peyzaj metriği seçilmiştir (Çizelge 3.10).

Çizelge 3.8 : Habitat alanları için kullanılan metrikler.

K.k	Kısaltma/Metrik adı	Formül	Açıklama
Alan kenar Yoğunluk	Kenar yoğunluğu/ED	$ED \frac{E}{A} (10,000) ED \geq 0$	Hektar başına tüm kenarların toplam uzunlunu ölçmeye yarar. Değerin sıfır olması kenar özelliği olmadığını gösterir.
	En büyük leke indeksi/ LPI	$LPI \frac{MAX(a_{ij})}{A} (100),$ $0 < LPI \leq 100$	En büyük leke alanını ölçmeye yarar. LPI 0'a yaklaştıkça leke küçülürken 100'e yaklaştıkça büyür.
	Leke yoğunluğu/PD	$PD = \frac{n_i}{A} (10.000)$ $(100), PD > 0$	Leke sayısı artışının yoğunluğunu belirler.
Çekirdek alan	Çekirdek alan ortalaması/ CORE_MN	$CORE_MN \geq 0$	Çekirdek alan indekslerine bağlı olarak artar.
K.k; Kavramsal kategori			

4. BULGULAR

4.1 Arazi Kullanımı/Arazi Örtüsü Değişiminin Belirlenmesi

İstanbul kentinde 1984 ve 2020 yılları arasında 9 yıllık periyodlarla arazi kullanımı/örtüsü değişimi Düzey 1 ve Düzey 2 olmak üzere 2 farklı düzeyde belirlenmiştir. Arazi kullanım/örtüsü sınıflandırmalarının doğruluk analizi 1984 yılı için, 1993 yılı için, 2002 yılı için, 2011 yılı için ve 2020 yılı olarak hesaplanmıştır. Buna göre araştırma kapsamında minimum doğruluk oranı %81 ile 2011 yılı olduğu tespit edilmiştir. Diğer yıllara ilişkin doğruluk değerleri %90'nın üzerindedir.

4.1.1 Düzey 1 arazi kullanımı/örtüsü değişimi

İstanbul kentinde 1984-2020 yılları arasındaki 36 yıllık periyodu kapsayan 5 dönemde Düzey 1 arazi kullanımı kategorilerinin değişimi (Çizelge 4.1 ve Şekil 4.1'de) gösterilmiştir.

Çizelge 4.1 : Düzey 1 de kullanılan arazi sınıflarının yıllara göre değişimi.

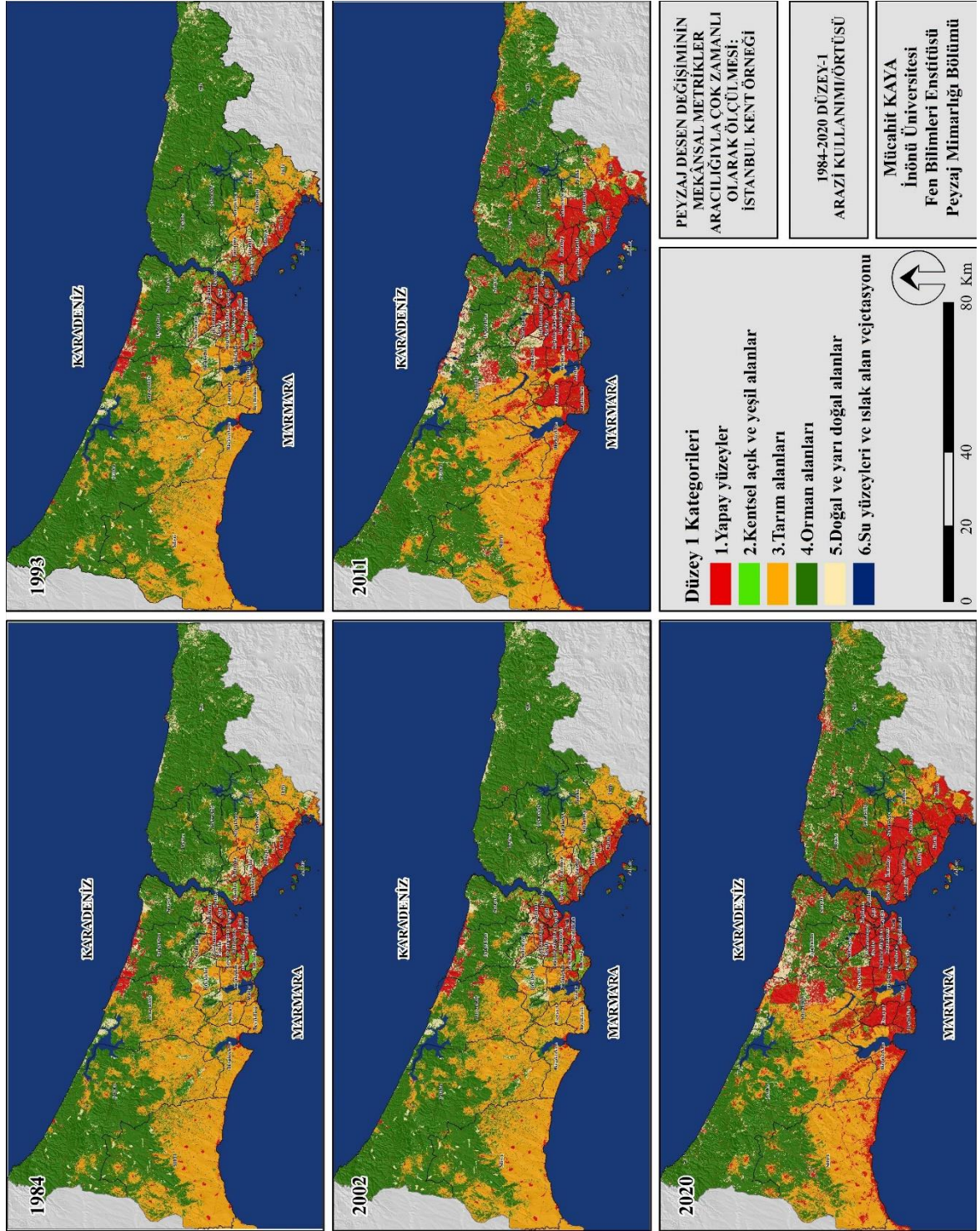
D.1	1984		1993		2002		2011		2020	
	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%
S.1	431,20	7,9	756,03	13,8	839,38	15,3	1109,38	20,3	1292,54	23,6
S.2	110,55	2,0	116,42	2,1	125,62	2,3	96,53	1,8	93,55	1,7
S.3	1531,08	28,1	1516,29	27,7	1318,12	24,1	1303,74	23,8	1227,99	22,4
S.4	3010,50	55,2	2735,04	50,0	2578,91	47,1	2455,30	44,9	2483,05	45,3
S.5	275,75	5,1	235,93	4,3	471,29	8,6	378,67	6,9	265,86	4,9
S.6	96,55	1,8	109,71	2,0	137,68	2,5	128,89	2,4	116,08	2,1
Top*	5455,64	100	5469,43	100	5470,99	100	5472,50	100	5479,07	100
S.7	6953,34		6939,11		6937,99		6936,48		6929,91	
Top**	12408,98	100	12408,54	100	12408,98	100	12408,98	100	12408,98	100
<i>S.1.Yapay yüzeyler, S.2.Kentsel açık ve yeşil alanlar, S.3.Tarım alanları, S.4.Orman alanları, S.5.Doğal ve yarı doğal alanlar, S.6.Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu, S.7.Deniz</i> * Deniz hariç karasal alan toplamı ** Denizalanı dâhil toplam										

Yapay yüzeyler kategorisi 1984 yılında yaklaşık 431 km²'lik alanla tüm peyzaj alanının (~5455 km²) %7,9'unu kaplarken 1993'te %13,8'ine, 2002'de %15,3'üne, 2011'de %20,3'üne ve 2020'de %23,6'sını kapsamaktadır. Başka bir ifadeyle 1984 ve 2020 yılları arasında ortalama olarak senelik 23,9 km² artış ile toplamda 861 km²'lik alansal artış göstererek yaklaşık %200 büyümüştür. Ayrıca 2020 yılında yapay yüzeyler

kategorisinin tüm peyzaj alanın 4'te 1'ine ulaştığı gözlemlenmektedir. 1984 ve 2002 yılları arasında kentsel açık ve yeşil alanlar kategorisinde gözlemlenen artışın en büyük nedeni, çevresi %50'den fazla yapay yüzeyler ile çevrili üzerinde herhangi bir tarımsal faaliyetin yapılmadığı aktif yeşil alan olarak kullanılmayan kentsel gelişme rezerv alanlarının artmasıdır. İstanbul'daki 36 yıllık periyod incelendiğinde kentsel açık ve yeşil alanlar kategorisinin en düşük olduğu dönem 2020 yılıdır.

1984 ve 2020 yılları arasında Tarım alanları kategorisindeki değişim şu şekildedir. 1984 yılında yaklaşık 1531 km²'lik alanla tüm peyzaj alanının %28,1'ini kaplayan tarım alanları 1993'te %27,7'sine, 2002'de %24,1'ine, 2011'de %23,8'ine ve 2020 yılında %22,4'üne gerilemiştir. Başka bir ifadeyle tarım alanları 1984 ve 2020 yılları arasında yaklaşık 304 km² azalarak %24,7 oranında azalmıştır. İstanbul genelinde tarım alanları ortalama yıllık 8,4 km² azalmaktadır. Bununla birlikte tarım alanları 2020 yılında tüm peyzaj alanının yaklaşık 4'te 1'ini oluşturmaktadır.

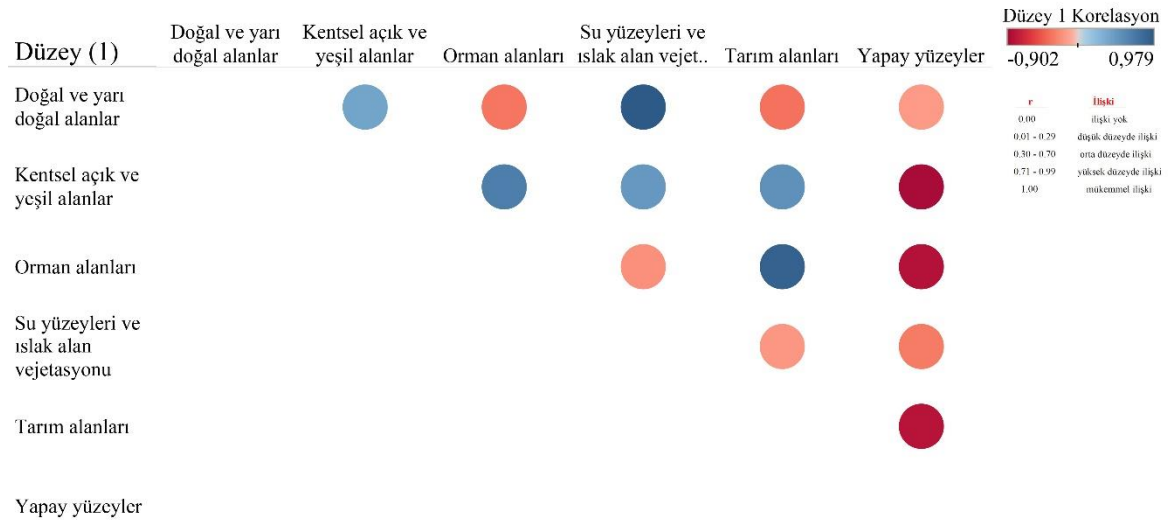
İstanbul'daki orman alanları kategorisi incelendiğinde 1984'te yaklaşık 3010,50 km²'lik alanla %55,2'sini kaplarken 1993'te %50,0'sini, 2002'de %47,1'ini, 2011'de %44,9'unu ve 2020'de yaklaşık 2483,05 km²'lik alanla %45,3'ünü kapladığı tespit edilmiştir. İstanbul kentinde 1984 yılında orman alanların kategorisi tüm peyzaj alanının yarısından fazla ve hakim matrisken 1984-2020 yılları arasındaki 527 km² azalarak %21,2 oranında küçülmüştür. 1984-2020 yılları arasında orman alanları kategorisi her yıl ortalama olarak 14,6 km²'lik azalış göstermiştir. Doğal ve yarı doğal alanlar kategorisi incelendiğinde 1984'te yaklaşık 275 km²'lik alanla %5,1 iken, 1993'te %4,3, 2002'de %8,6, 2011'de %6,9 ve 2020'de yaklaşık 265,86 km²'lik alanla tüm peyzaj alanının %4,9'unu kaplamaktadır. Doğal ve yarı doğal alanlar kategorisinde 1984-1993 yılları arasında bir miktar azalış ve 1993-2002 yılları arasında bir miktar artış gözlemlenmesine karşın 2002-2020 yılları arasında sürekli bir azalış trendi gözlemlenmiştir. İstanbul'daki su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu kategorisi peyzaj genelinde incelendiğinde 1984'te yaklaşık 96 km²'lik alanla %1,8'ini 1993'te %2'sini, 2002'de %2,5'ini, 2011'de %2,4'ünü ve 2020'de yaklaşık 116 km²'lik alanla %2,1'ini kapladığı gözlemlenmiştir.



Şekil 4.1 : Düzy 1 arazi Örtüsü/Kullanım haritaları.

Düzy 1 arazi kullanımı/örtüsü kategorilerine ilişkin genel bir değ erlendirme yapıldığında 1984 ve 2020 yılları arasında yapay yüzeyler kategorisinde yıllık ortalama olarak yaşanan 1 km²'lik artış, orman alanlarının 0,58 km², tarım alanlarının 0,33 km² azalmasına neden olmaktadır. Baş ka bir ifadeyle yapay yüzeyler kategorisine en fazla dönüş en kategori orman alanlarıdır.

Ayrıca Düzy 1 arazi kategorilerine ilişkin çok yıllık korelasyon matrisi (Ş ekil 4.2) gösterilmiştir. Yapay yüzeyler ve tarım alanları, kentsel açık ve yeş il alanlar ve orman alanları arasında yüksek negatif korelasyon göz lemlenirken, orman alanları ve doğ al ve yarı doğ al alanlar arasında orta negatif korelasyon, orman alanları ve tarım alanları arasında güçlü pozitif korelasyon vardır.



Ş ekil 4.2 : Düzy 1 sınıf kategorilerinin korelasyon matrisi.

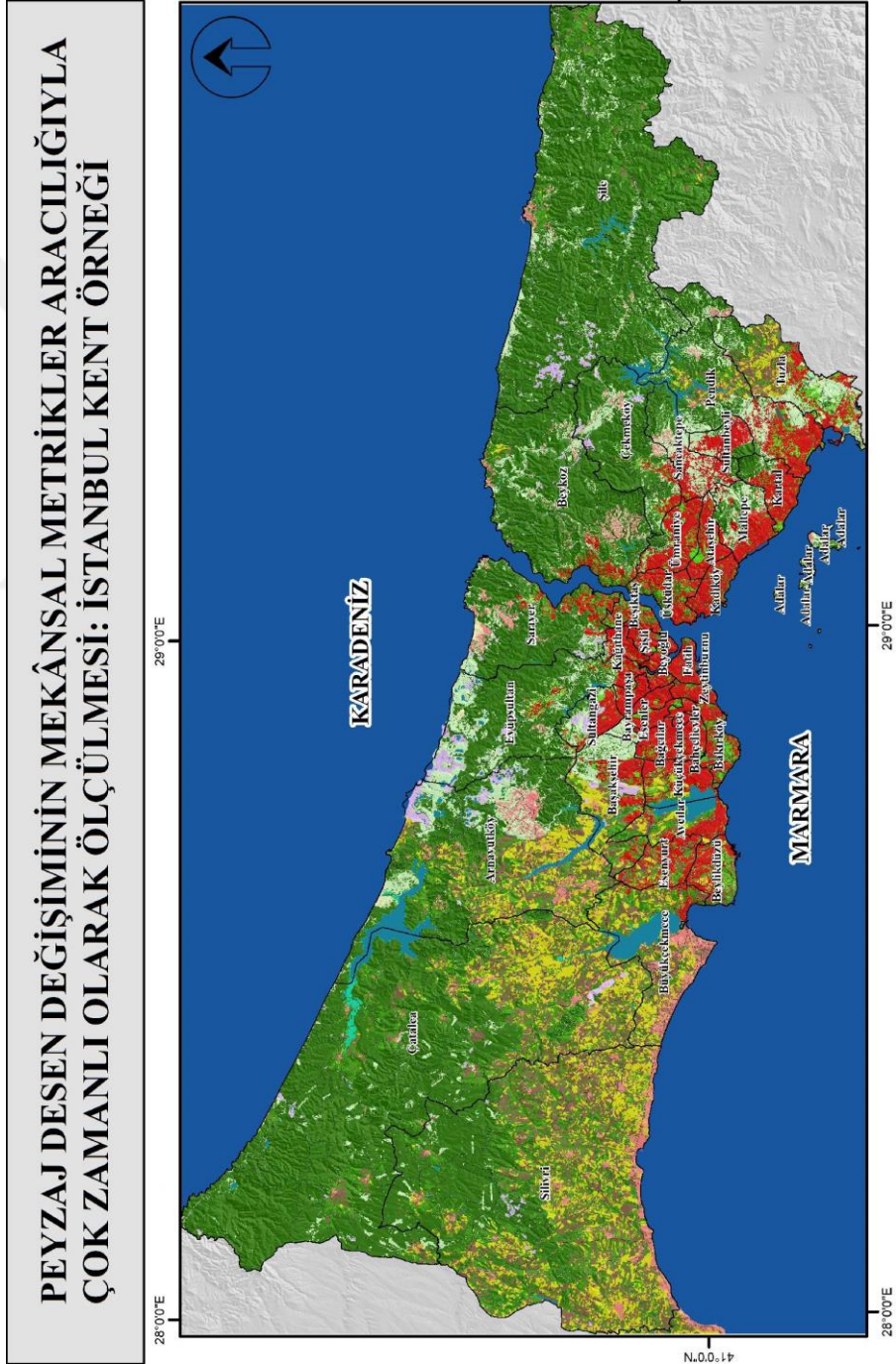
4.1.2 Düzy 2 arazi kullanımı/örtüsü değ iş imi

1984-2020 yılları arasında yaşanan arazi kullanımı/örtüsü değ iş iminin daha detaylı ortaya konulması için 15 arazi kullanımı/örtüsü kategorisi kullanılarak gerçekleştirilen Düzy 2 analizleri (Ç izelge 4.2, Ş ekil 4.3, Ş ekil 4.4, Ş ekil 4.5, Ş ekil 4.6 ve Ş ekil 4.7) gösterilmiştir.

Çizelge 4.2 : Düzey 2 de kullanılan arazi sınıflarının yıllara göre değişimi.

D2	1984		1993		2002		2011		2020	
	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%
S.1.1	266,29	4,9	503,24	9,2	520,79	9,5	698,42	12,8	769,52	14,0
S.1.2	39,32	0,7	50,59	0,9	131,05	2,4	202,47	3,7	252,05	4,6
S.1.3	54,70	1,0	121,37	2,2	65,29	1,2	58,54	1,1	70,78	1,3
S.1.4	1,88	0,03	1,88	0,03	3,31	0,1	10,91	0,2	46,86	0,9
S.1.5	69,01	1,3	78,95	1,4	118,95	2,2	139,04	2,5	153,33	2,8
S.1.6	110,55	2,0	116,42	2,1	125,62	2,3	96,53	1,8	93,55	1,7
S.2.1	629,98	11,5	468,13	8,6	389,22	7,1	296,13	5,4	141,43	2,6
S.2.2	644,65	11,8	592,46	10,8	437,62	8,0	682,04	12,5	510,38	9,3
S.2.3	256,45	4,7	455,70	8,3	491,28	9,0	325,57	5,9	576,18	10,5
S.3.1	3010,50	55,2	2735,04	50,0	2578,91	47,1	2455,30	44,9	2483,05	45,3
S.3.2	261,25	4,8	221,98	4,1	458,51	8,4	371,13	6,8	260,78	4,8
S.3.3	14,50	0,3	13,95	0,3	12,78	0,2	7,53	0,1	5,08	0,1
S.4.1	79,24	1,5	99,09	1,8	119,44	2,2	123,02	2,2	108,51	2,0
S.4.3	17,32	0,3	10,63	0,2	18,24	0,3	5,88	0,1	7,56	0,1
Top*	5455,64	100	5469,43	100	5470,99	100	5472,50	100	5479,07	100
S.4.2	6953,34		6939,11		6937,99		6936,48		6929,91	
Top**	12408,98	100	12408,54	100	12408,98	100	12408,98	100	12408,98	100
S.1.1.Sürekli kentsel doku, S.1.2.Kesintili kentsel doku, S.1.3.Maden ve inşaat sahaları, S.1.4.Havaalanı, S.1.5.Karayolu ağları, S.1.6.Kentsel açık ve yeşil alanlar, S.2.1.Kuru tarım alanları, S.2.2.Sulu tarım alanları, S.2.3.Nadas tarım alanları, S.3.1.Orman alanları, S.3.2.Seyrek vejetasyon alanları, S.3.3.Kumul ve kumsal alanları, S.4.1.İç su kütleleri, S.4.2.Deniz, S.4.3.İslak alan vejetasyonu										
* Deniz hariç karasal alan toplamı										
** Denizalanı dâhil toplam										

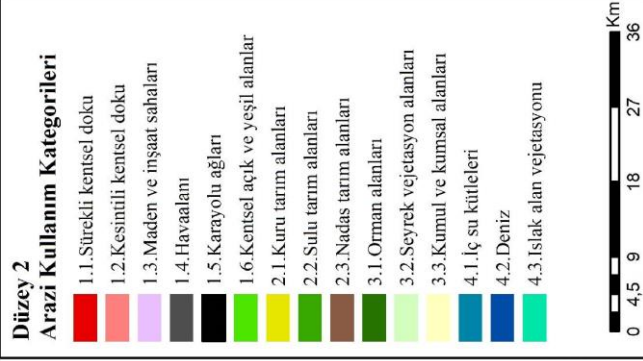
1984 yılında Yapay yüzeyler kategorisinin %62'sini Sürekli kentsel doku, %9,1'ini Kesintili kentsel doku, %12,7'sini Maden ve inşaat sahaları, %0,4'ünü Havaalanı ve %16'sını Karayolu ağları oluşturmaktadır. 1993 yılı incelendiğinde Yapay yüzeyler kategorisinin %66,6'sı Sürekli kentsel doku, %6,7'si Kesintili kentsel doku, %16,1'i Maden ve inşaat sahaları, %0,2'si Havaalanı ve % 10,4'ü Karayolu ağlarından oluşmaktadır. 2002 yılında Yapay yüzeyler kategorisi %62 ile Sürekli kentsel doku, %15,6 ile Kesintili kentsel doku, %7,8 ile Maden ve inşaat sahaları, %0,4 ile Havaalanı ve %14,2 ile Karayolu ağları tarafından oluşmaktadır. 2011 yılı incelendiğinde Yapay yüzeyler kategorisi %63 ile Sürekli kentsel doku, %18,3 ile Kesintili kentsel doku, %5,3 ile Maden ve inşaat sahaları, %1 ile Havaalanı ve %12,5 ile Karayolu ağları tarafından oluşmaktadır.



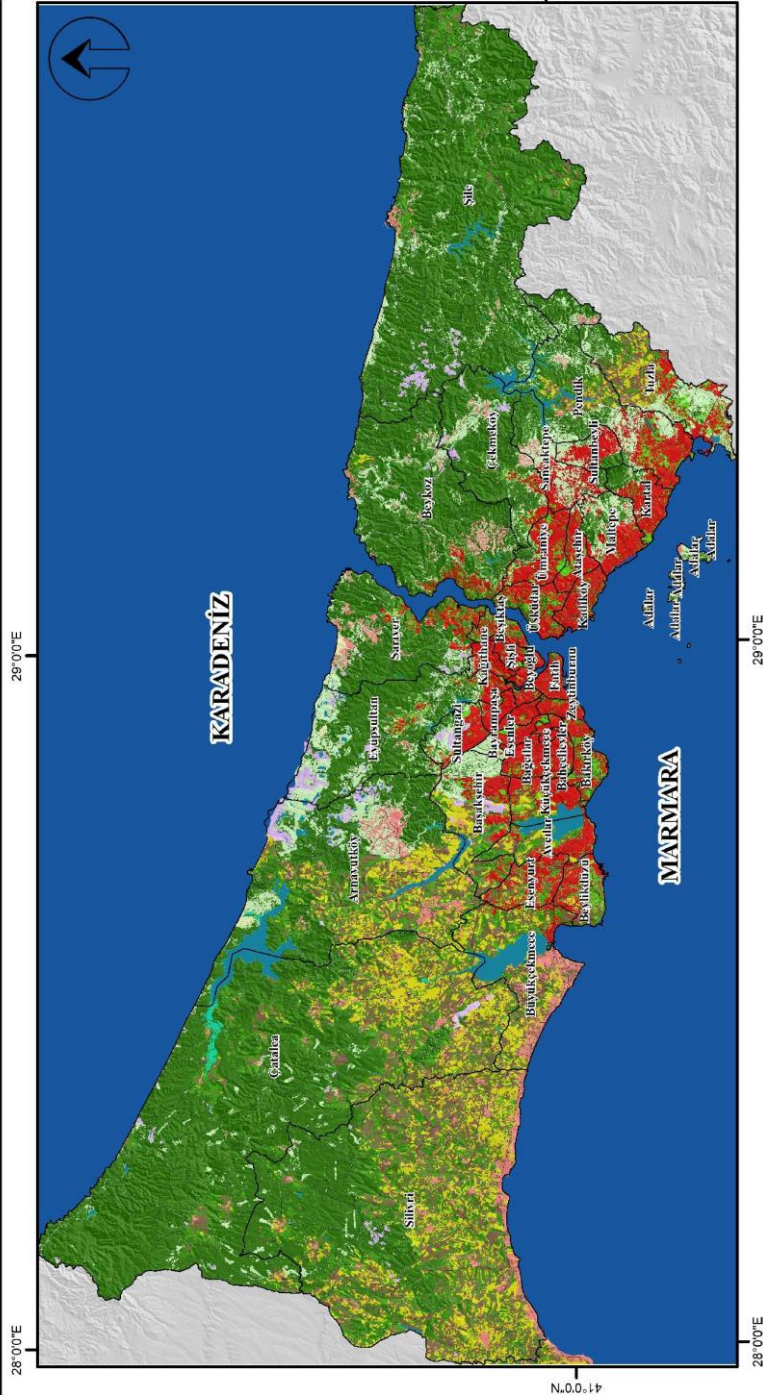
Şekil 4.3 : Düzen 2 arazi Kullanım/Örtüsü.

PEYZAJ DESEN DEĞİŞİMİNİN MEKÂNSAL METRİKLER ARACILIĞIYLA ÇOK ZAMANLI OLARAK ÖLÇÜLMESİ: İSTANBUL KENT ÖRNEĞİ

1993 Arazi Kullanım/Örtüsü



Mücahit KAYA
İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Bölümü



Şekil 4.4 : Düzyey 2 arazi Kullanım/Örtüsü.

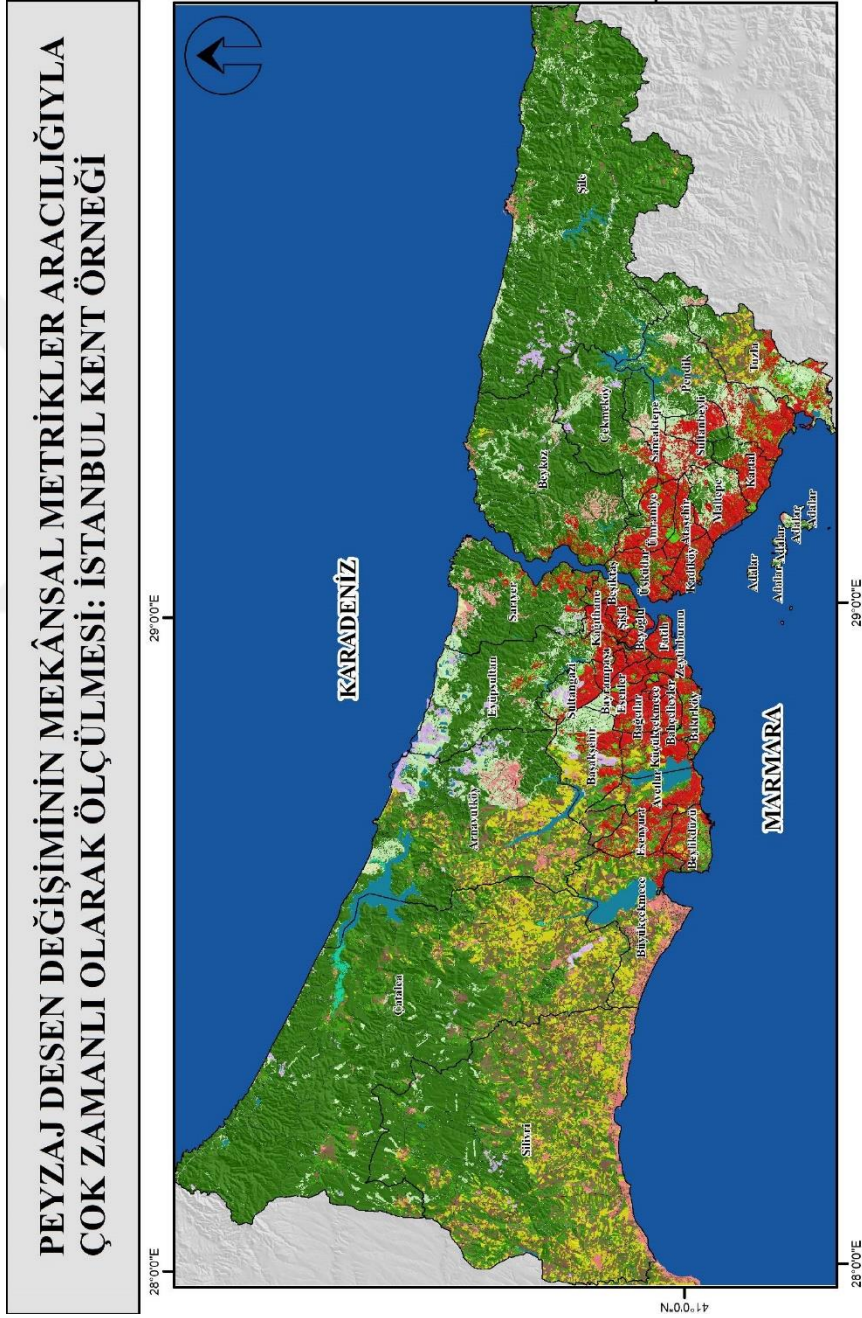
Son olarak 2020 yılı incelendiğinde ise Yapay yüzeyler kategorisinin %59,5'ini Sürekli kentsel doku, %19,5'ini Kesintili kentsel doku, %5,5'ini Maden ve inşaat sahaları, %3,6'sını Havaalanı ve %11,9'unu Karayolu ağları oluşturmaktadır.

Düzy 2 yapay yüzeyler ana kategorisine ilişkin genel bir değerlendirme yapıldığında, sürekli kentsel dokunun ana kategori içerisinde alansal oranının 1984 ile 2011 yılları arasında neredeyse hiç değişmezken (tüm yapay yüzeylerin ortalama %62'si) 2011-2020 yılları arasında %59'a gerilediği görülmektedir. Bu durumun en önemli nedeni 2011 yılında tüm yapay yüzeylerin yaklaşık %1'ini kaplayan İstanbul havaalanlarının, İstanbul havalimanının (3.Havalimanı) yapılması ile birlikte tüm yapay yüzeylerin %3,6'sını kaplaması ve havalimanına yakın bölgelerde kesintili kentsel dokunun artması gösterilebilir. Başka bir ifadeyle 2011 ve 2020 yılları arasında sürekli kentsel dokunun azalmasının en büyük nedeni İstanbul havalimanının yapılmasıdır. Sürekli kentsel dokudaki bu azalış kentsel büyümenin yayılmalı bir şekilde gerçekleştiğini göstermektedir.

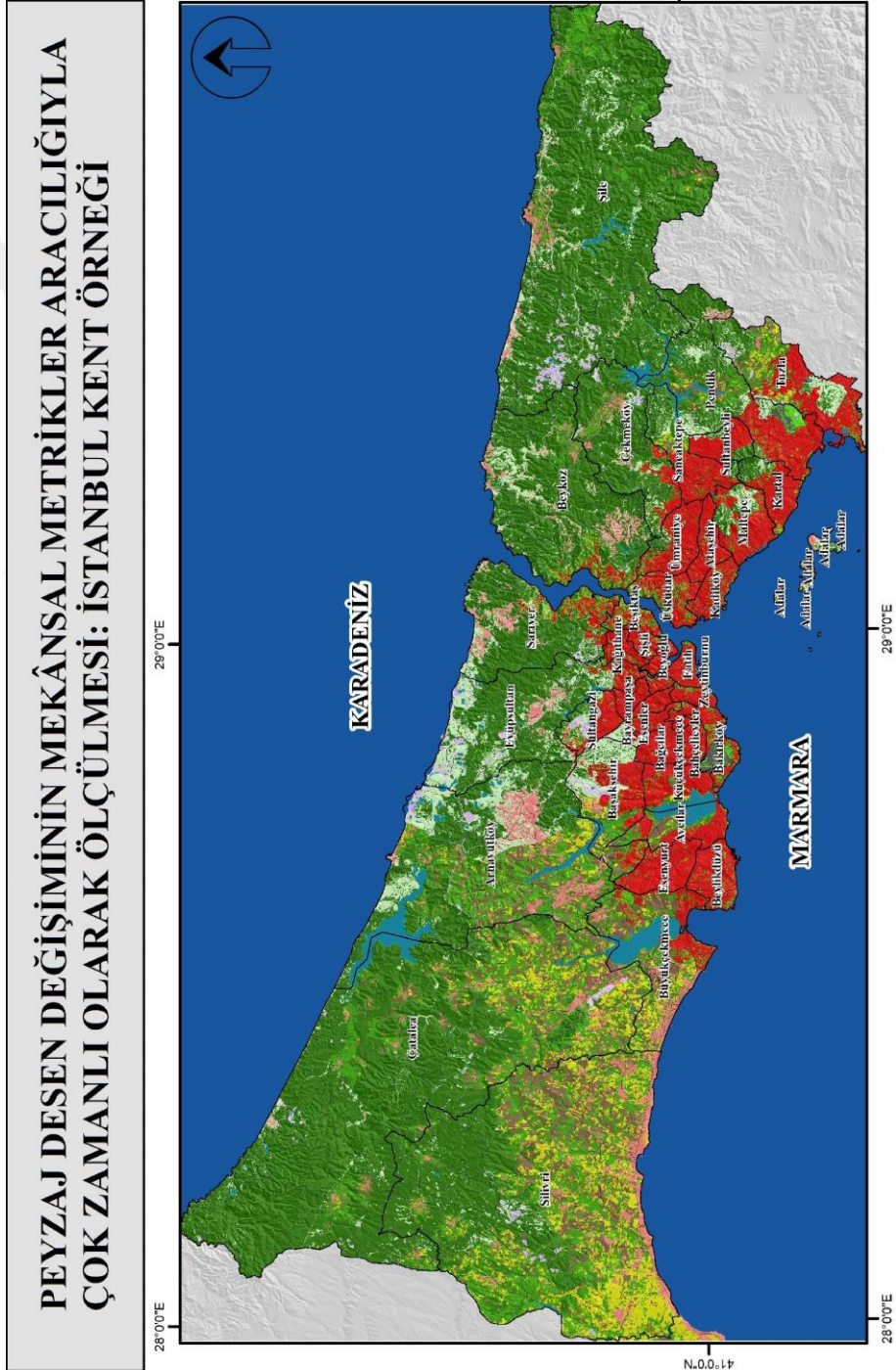
Tarım alanları kategorisinin Düzy 2 detay kategorileri incelendiğinde ana kategorinin 1984 yılında %41,1'i Kuru tarım, %42,1'ini Sulu tarım alanları ve %16,7'sini Nadas tarım alanları oluşturmaktadır. 1993 yılında sırasıyla bu oran %30,9, %39,1 ve %30,1'dir. 2002 yılında %29,5, %33,2 ve %37,3'dir. 2011 yılında %22,7, %52,3 ve 25'dir. 2020 yılında %11,5 Kuru tarım alanlarından, %41,6 Sulu tarım alanlarından ve %46,2 Nadas tarım alanlarından oluşmaktadır.

Bu gösterge İstanbul'da 1984 ve 2020 yılları arasında tarımsal alanların bir yandan alansal olarak azaldığını diğ er yandan da aktif tarım alanlarının yıllar içindeki alansal oranının giderek azaldığını ifade etmektedir. Başka bir ifadeyle İstanbul genelinde tarım alanları hem alansal olarak azalmakta hem de ekilebilir alanların kullanımı azalmaktadır. Genel olarak incelendiğinde Tarım alanları kategorisinde 1984-2020 yılları arasında Kuru tarım alanları 488 km²'lik alansal azalış gösterirken, Nadas tarım alanları 319 km²'lik alansal artış göstermiştir.

Doğ al ve yarı doğ al alanlar kategorisi incelendiğinde 1984-2020 yılları arasında Seyrek vejetasyon alanlarında neredeyse alansal bir kayıp gözlemlenmezken, Kumul ve kumsal alanları %35 oranında azalmıştır. Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu kategorisi 1984-2020 yılları arasında incelendiğinde İç su kütleleri ve Islak alan vejetasyonu arasında alansal ve oransal olarak ters korelasyon gözlemlenmiştir.

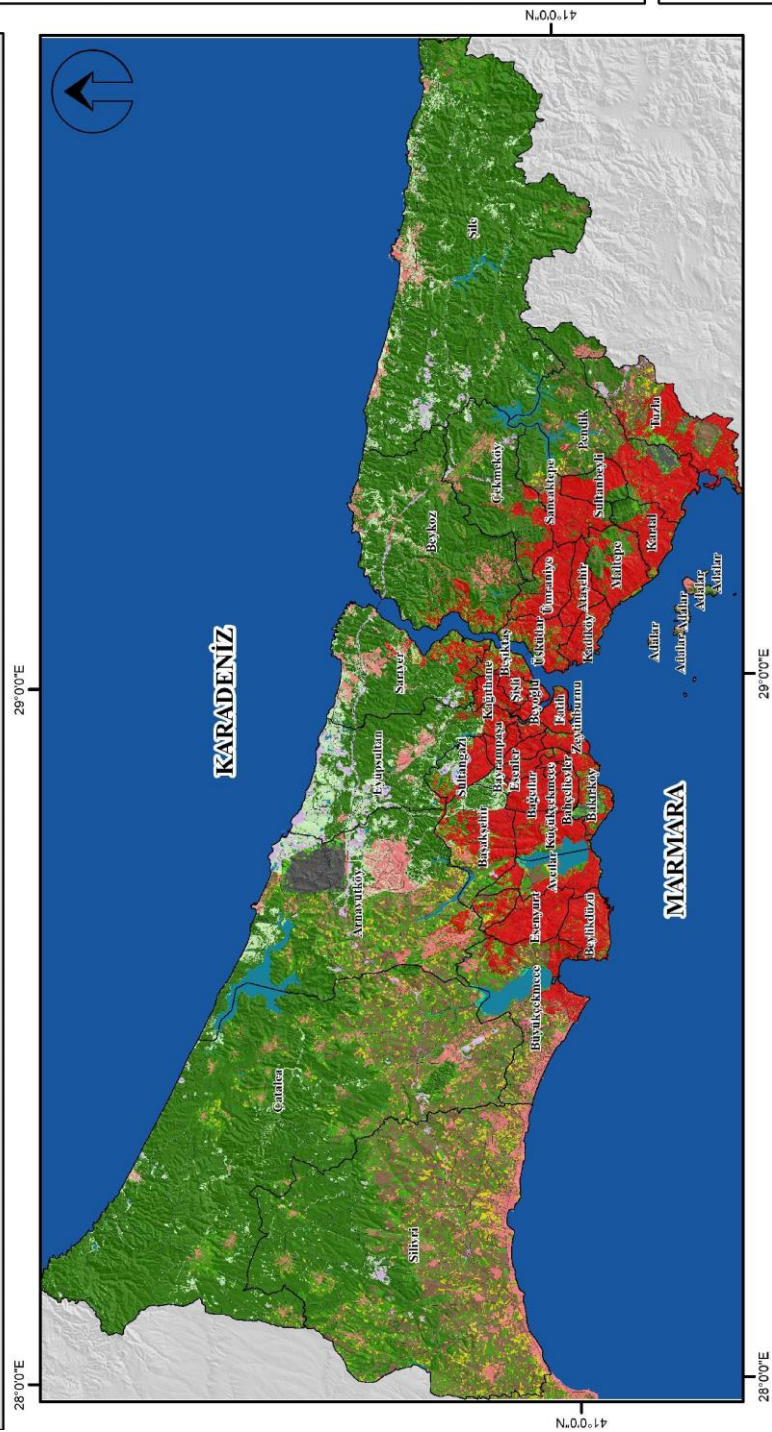


Şekil 4.5 : Düzey 2 arazi Kullanım/Örtüsü.



Şekil 4.6 : Düzey 2 arazi Kullanım/Örtüsü.

2020 Arazi Kullanımı Örtüsü



Mücahit KAYA
İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Pevzaj Mimarlığı Bölümü

56

4.1.3 Değişim tespit analizi – geçiş matrisi

1984 ve 2020 yılları arasında Düzey 1 arazi kullanım kategorilerinin birbirlerine alansal geçişleri değişim tespit analizi (Change Detection) ile 1984-1993, 1993-2002, 2002-2011 ve 2011-2020 ara dönemlerini ve 1984-2020 araştırma zaman aralığını kapsayacak şekilde 5 dönem için hesaplamalar (Çizelge 4.3, Şekil 4.8 ve Şekil 4.9) gösterilmiştir.

D.K.	1984-1993		1993-2002		2002-2011		2011-2020		1984-2020	
	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%	Alan (km ²)	%
S.11	377,0	87,4	581,3	76,9	762,4	90,8	1075,1	96,9	376,4	87,3
S.12	17,5	4,0	52,0	6,9	23,1	2,8	3,4	0,3	12,2	2,8
S.13	21,0	4,9	25,9	3,4	15,6	1,9	5,8	0,5	6,7	1,6
S.14	3,9	0,9	12,4	1,6	3,3	0,4	3,4	0,3	10,5	2,4
S.15	10,5	2,4	70,3	9,3	31,4	3,7	20,2	1,8	22,5	5,2
S.16	1,3	0,3	14,1	1,9	3,5	0,4	1,6	0,1	2,9	0,7
S.21	59,9	54,2	47,5	40,8	86,1	68,5	26,6	27,6	80,9	73,1
S.22	35,0	31,7	34,0	29,2	28,1	22,4	51,2	53,0	18,2	16,5
S.23	0,7	0,6	5,5	4,7	1,8	1,4	2,2	2,2	0,1	0,1
S.24	14,8	13,4	13,1	11,2	2,6	2,1	15,3	15,9	10,5	9,5
S.25	0,0	0,0	16,3	14,0	7,0	5,5	1,2	1,3	0,8	0,7
S.26	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
S.31	184,3	12,0	119,2	7,9	120,9	9,2	67,5	5,2	466,0	30,4
S.32	37,0	2,4	26,4	1,7	8,6	0,7	18,9	1,5	28,6	1,9
S.33	1179,8	77,1	1126,7	74,3	1126,6	85,5	1107,5	85,0	943,2	61,6
S.34	91,0	5,9	109,5	7,2	33,8	2,6	83,5	6,4	59,2	3,9
S.35	30,8	2,0	122,3	8,1	27,5	2,1	24,3	1,9	23,8	1,6
S.36	7,7	0,5	12,1	0,8	0,7	0,1	2,0	0,2	10,2	0,7
S.41	61,5	2,0	54,5	2,0	33,9	1,3	61,3	2,5	244,9	8,1
S.42	10,8	0,4	10,3	0,4	19,8	0,8	9,3	0,4	22,7	0,8
S.43	251,7	8,4	124,4	4,5	107,9	4,2	53,8	2,2	237,1	7,9
S.44	2562,9	85,1	2385,7	87,2	2322,5	90,1	2269,6	92,4	2336,7	77,6
S.45	107,4	3,6	149,2	5,5	93,2	3,6	59,4	2,4	150,7	5,0
S.46	16,2	0,5	11,0	0,4	1,5	0,1	1,8	0,1	18,3	0,6
S.51	57,4	20,8	31,6	13,4	101,2	21,5	51,8	13,7	105,2	38,2
S.52	15,9	5,8	2,5	1,0	16,7	3,6	9,7	2,6	10,1	3,7
S.53	59,8	21,7	34,6	14,7	46,7	9,9	52,2	13,8	37,8	13,7
S.54	54,5	19,8	56,1	23,8	87,0	18,5	108,8	28,7	57,7	20,9
S.55	85,8	31,1	109,3	46,3	215,4	45,7	153,3	40,5	60,9	22,1
S.56	2,5	0,9	1,8	0,8	4,3	0,9	3,0	0,8	4,0	1,5
Top*	5358,6		5359,7		5333,3		5343,6		5359,1	
S.61	15,9	0,2	5,2	0,1	5,0	0,1	10,3	0,1	19,1	0,3
S.62	0,2	0,0	0,5	0,0	0,1	0,0	1,1	0,0	1,8	0,0
S.63	3,3	0,0	0,6	0,0	5,1	0,1	6,5	0,1	3,0	0,0

S.64	8,0	0,1	2,1	0,0	6,0	0,1	2,5	0,0	8,4	0,1
S.65	1,4	0,0	3,8	0,1	4,2	0,1	7,4	0,1	7,2	0,1
S.66	7021,1	99,6	7036,6	99,8	7055,3	99,7	7037,6	99,6	7010,5	99,4
Top**	12408,5		12408,5		12409,0		12409,0		12409,0	
S.11- Değişim yok- Yapay yüzeyler, S.12- Yapay yüzeylerden kentsel yeşillere geçiş, S.13- Yapay yüzeylerden tarım alanlarına geçiş, S.14- Yapay yüzeylerden orman alanlarına geçiş, S.15- Yapay yüzeylerden doğal ve yarı doğal alanlara geçiş, S.16- Yapay yüzeylerden su yüzeylerine geçiş, S.21- Kentsel yeşillerden yapay yüzeylere geçiş, S.22- Değişim yok- Kentsel yeşiller, S.23- Kentsel yeşillerden tarım alanlarına geçiş, S.24- Kentsel yeşillerden orman alanlarına geçiş, S.25- Kentsel yeşillerden doğal ve yarı doğal alanlara geçiş, S.26- Kentsel yeşillerden su yüzeylerine geçiş, S.31- Tarım alanlarından yapay yüzeylere geçiş, S.32- Tarım alanlarından kentsel yeşillere geçiş, S.33- Değişim yok- Tarım alanları, S.34- Tarım alanlarından orman alanlarına geçiş, S.35- Tarım alanlarından doğal ve yarı doğal alanlara geçiş, S.36- Tarım alanlarından su yüzeylerine geçiş, S.41- Orman alanlarından yapay yüzeylere geçiş, S.42- Orman alanlarından kentsel yeşillere geçiş, S.43- Orman alanlarından tarım alanlarına geçiş, S.44- Değişim yok- Orman alanları, S.45- Orman alanlarından doğal ve yarı doğal alanlara geçiş, S.46- Orman alanlarından su yüzeylerine geçiş, S.51- Doğal ve yarı doğal alanlardan yapay yüzeylere geçiş, S.52- Doğal ve yarı doğal alanlardan kentsel yeşillere geçiş, S.53- Doğal ve yarı doğal alanlardan tarım alanlarına geçiş, S.54- Doğal ve yarı doğal alanlardan orman alanlarına geçiş, S.55- Değişim yok- Doğal ve yarı doğal alanlar, S.56- Doğal ve yarı doğal alanlardan su yüzeylerine geçiş, S.61- Su yüzeylerinden yapay yüzeylere geçiş, S.62- Su yüzeylerinden kentsel yeşillere geçiş, S.63- Su yüzeylerinden tarım alanlarına geçiş, S.64- Su yüzeylerinden orman alanlarına geçiş, S.65- Su yüzeylerinden doğal ve yarı doğal alanlara geçiş, S.66- Değişim yok- Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu. * İç su kütleleri, Deniz, Islak alan vejetasyonu hariç karasal alan toplamı ** Tüm alanlar toplamı										

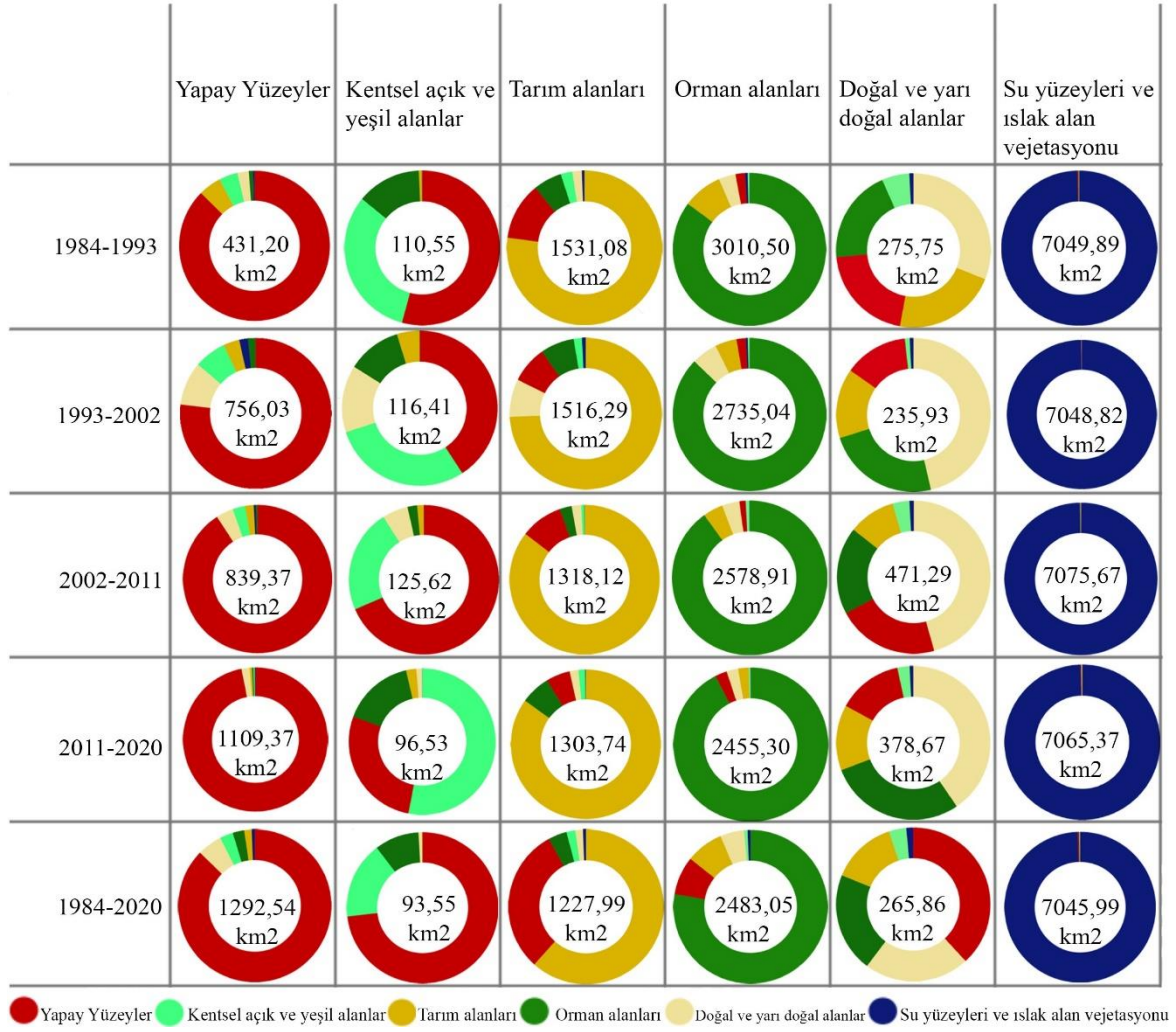
1984-1993 geçiş matrisleri: 1984 yılından 1993 yılına geçerken Yapay yüzeyler kategorisine dönüşüm sırasıyla tarım alanlarından yaklaşık 184 km², orman alanlarında yaklaşık 61,5 km², kentsel açık ve yeşil alanlardan yaklaşık 59,2 km², doğal ve yarı doğal alanlardan yaklaşık 57 km²'lik geçiş yaşanmıştır. Başka bir ifadeyle yapay yüzeyler kategorisine en büyük geçiş tarım alanlarından olmuştur. Bu gösterge bu yıllar arasında nüfus artışı ile birlikte değerlendirildiğinde kent ekonomisi içerisinde tarımsal ekonominin oranının azaldığını ifade etmektedir. Ayrıca bu dönemde orman alanları, tarım alanları ve doğal ve yarı doğal alanlar gibi üretken peyzajların (ekosistem servisleri) yok olmaya başladığı tespit edilmiştir.

1993-2002 geçiş matrisleri: 1993 yılından 2002 yılına geçerken Yapay yüzeyler kategorisine dönüşüm sırasıyla tarım alanlarından yaklaşık 119 km², orman alanlarında yaklaşık 54,5 km², kentsel açık ve yeşil alanlardan yaklaşık 47,5 km², doğal ve yarı doğal alanlardan yaklaşık 31,62 km²'lik geçiş yaşanmıştır. Başka bir ifadeyle yapay yüzeyler kategorisine en büyük geçiş bu dönemde tarım alanlarından olmuştur. Bu gösterge bu yıllar arasında tarımsal ekonominin oranının azaldığını göstermektedir. Ayrıca bu dönemde orman alanları, tarım alanları ve doğal ve yarı doğal alanlar gibi üretken peyzajların (ekosistem servisleri) yok olmaya süreçlerini devam ettirmektedir.

2002-2011 geçiş matrisleri: 2002 yılından 2011 yılına geçerken Yapay yüzeyler kategorisine dönüşüm sırasıyla tarım alanlarından yaklaşık 120,87 km², orman alanlarında yaklaşık 33,8 km², kentsel açık ve yeşil alanlardan yaklaşık 86 km², doğal ve yarı doğal alanlardan yaklaşık 101 km²'lik geçiş yaşanmıştır. Yapay yüzeyler kategorisine bu yıllar arasında da en çok geçiş tarım alanları kategorisinde olmuştur. 2002 ve 2011 yılları arasındaki nüfus artışı ile beraber tarım alanları yapay yüzeylere dönüşmekte ve tarımsal ekonomide azalmaya neden olmaktadır.

2011-2020 geçiş matrisleri: 2011 yılından 2020 yılına geçerken Yapay yüzeyler kategorisine dönüşüm sırasıyla tarım alanlarından yaklaşık 67,5 km², orman alanlarında yaklaşık 61,3 km², kentsel açık ve yeşil alanlardan yaklaşık 26,6 km², doğal ve yarı doğal alanlardan yaklaşık 51,7 km²'lik geçiş yaşanmıştır. 2011 ve 2020 yılları arasında geçiş bir önceki döneme göre alansal olarak %80 oranında azalmasına karşın yapay yüzeyler kategorisine en çok geçiş yine tarım alanları kategorisinde görülmektedir. Genel olarak bakıldığında tarım alanları kategorisinin 1984 ve 2020 yılları arasında kentsel dokuya yakınlığı ve kentsel dokunun boşluk dolduralı ve yayılmalı bir gelişim göstermesinden dolayı en çok alansal değışimin olduğı kategoridir.

1984-2020 geçiş matrisleri: 1984 yılında 2020 yılına geçişte 466 km²'lik tarım alanı, 244 km²'lik orman alanı, 105 km²'lik doğal ve yarı doğal alan ve 80 km²'lik kentsel açık ve yeşil alan yapay yüzeylere dönüşmüştür. Başka bir ifadeyle 1984 yılındaki 110 km²'lik kentsel açık yeşil alanın %73'ü yapay yüzeylere dönüşmüştür. Bu gösterge sürekli kentsel dokunun içerisinde boşluk doldurmalı bir büyümenin olduğunu göstermektedir. Ayrıca araştırma zaman aralığında İstanbul havalimanı(3. Havalimanı), Köprü bağlantı yolları ve kuzey çevre yolu gibi mega projelerin İstanbul'da özellikle orman alanları üzerinde geliştiğı ve 3. Havalimanının 27,5 km²'lik, Kuzey çevre yolunun 27,4 km²'lik orman alanı dönüştüğü şekil 4.9'da tespit edilmiştir.



Şekil 4.8 : İstanbul 1984-2020 yılları arasında arazi geçişi.

1984 yılında toplam nüfusu 5.737.343 olan İstanbul kentinde kişi başına düşen kentsel doku (sürekli kentsel doku + kesintili kentsel doku (304 km²)) yaklaşık 53 m², kentsel açık yeşiller yaklaşık 19 m², tarım alanı 266 m² ve orman alanları 524 m²'dir. 1993 yılında ise nüfusu 7.309.190 olan İstanbul'da kişi başına düşen kentsel doku yaklaşık 75 m², kentsel açık yeşiller yaklaşık 20 m², tarım alanı yaklaşık 207 m² ve orman alanı yaklaşık 374 m²'dir. 2002 yılında toplam nüfusu 10.018.735 olan İstanbul kentinde kişi başına düşen kentsel doku yaklaşık 65 m², kişi başına düşen kentsel açık yeşiller yaklaşık 13 m², tarım alanı yaklaşık 132 m² ve kişi başına düşen orman alanları yaklaşık 259 m²'dir. 2011 yılında ise 13.255.685 kişilik nüfusta kişi başına düşen kentsel doku incelendiğinde yaklaşık 67 m², kentsel açık yeşiller yaklaşık 7 m², tarım alanları yaklaşık 98 m² ve kişi başına düşen orman alanları yaklaşık 185 m²'dir. 2020 yılında toplam nüfusu 15.519.267 olan İstanbul kentinde kişi başına düşen kentsel doku yaklaşık 66 m², kentsel açık yeşiller yaklaşık 6 m², tarım alanı yaklaşık 79 m² ve orman alanları yaklaşık 159 m²'dir. 1984-2020 yılları arasında nüfus ve

PEYZAJ DESEN DEĞİŞİMİNİN MEKÂNSAL METRİKLER ARACILIĞIYLA ÇOK ZAMANLI OLARAK ÖLÇÜLMESİ: İSTANBUL KENT ÖRNEĞİ

1984-2020
Arazi Geçişleri

Micahit KAYA
İnönü Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Peyzaj Mimarlığı Bölümü

1984-1993
1993-2002
2002-2011
2011-2020

KARADENİZ
MARMARA

14- Değişim yok: Vapay yeşil
12- Vapay yeşil (sadece kentsel yeşil alan) yeşil
13- Vapay yeşil (sadece tarım alanları) yeşil
14- Vapay yeşil (sadece orman alanları) yeşil
15- Vapay yeşil (sadece doğal ve yarı doğal alanlar) yeşil
16- Vapay yeşil (sadece su yüzeyleri) yeşil
17- Değişim yok: Kentsel yeşil alan
18- Kentsel yeşil alan (sadece orman alanları) yeşil
19- Kentsel yeşil alan (sadece orman alanları) yeşil
20- Kentsel yeşil alan (sadece su yüzeyleri) yeşil
21- Kentsel yeşil alan (sadece orman alanları) yeşil
22- Kentsel yeşil alan (sadece su yüzeyleri) yeşil
23- Kentsel yeşil alan (sadece orman alanları) yeşil
24- Kentsel yeşil alan (sadece su yüzeyleri) yeşil
25- Kentsel yeşil alan (sadece orman alanları) yeşil
26- Kentsel yeşil alan (sadece su yüzeyleri) yeşil
27- Kentsel yeşil alan (sadece orman alanları) yeşil
28- Kentsel yeşil alan (sadece su yüzeyleri) yeşil
29- Kentsel yeşil alan (sadece orman alanları) yeşil
30- Kentsel yeşil alan (sadece su yüzeyleri) yeşil
31- Kentsel yeşil alan (sadece orman alanları) yeşil
32- Kentsel yeşil alan (sadece su yüzeyleri) yeşil
33- Kentsel yeşil alan (sadece orman alanları) yeşil
34- Kentsel yeşil alan (sadece su yüzeyleri) yeşil
35- Kentsel yeşil alan (sadece orman alanları) yeşil
36- Kentsel yeşil alan (sadece su yüzeyleri) yeşil
37- Kentsel yeşil alan (sadece orman alanları) yeşil
38- Kentsel yeşil alan (sadece su yüzeyleri) yeşil
39- Kentsel yeşil alan (sadece orman alanları) yeşil
40- Kentsel yeşil alan (sadece su yüzeyleri) yeşil
41- Kentsel yeşil alan (sadece orman alanları) yeşil
42- Kentsel yeşil alan (sadece su yüzeyleri) yeşil
43- Kentsel yeşil alan (sadece orman alanları) yeşil
44- Kentsel yeşil alan (sadece su yüzeyleri) yeşil
45- Kentsel yeşil alan (sadece orman alanları) yeşil
46- Kentsel yeşil alan (sadece su yüzeyleri) yeşil

0 5 10 20 30 Km

61

4.1.4 Arazi kullanımı/örtüsü değişimine ilişkin genel değerlendirme

1984-2020 yılları arasında İstanbul'da yapay yüzeyler kategorisine en fazla geçiş 466 km²'ile tarım alanlarından gerçekleşmiş olup bu değişimin 325 km²'lik bölümü kentin Avrupa kıtasında yoğun olarak Esenyurt ve Beylikdüzü ilçelerinde, orta derecede Büyükçekmece, Küçükçekmece, Başakşehir, Arnavutköy ve Sultangazi ilçelerinde ve düşük yoğunlukta genellikle kıyı bölgelerinde Silivri ilçesinde gerçekleşmiştir. Bu değişimin yaklaşık 141 km²'lik bölümü ise Anadolu yakasında gerçekleşmiş olup Çekmeköy, Sancaktepe, Pendik ve Tuzla ilçelerinin güneydoğu bölümlerinde gerçekleşmiştir.

1984 ve 2020 yılları arasında yapay yüzeyler kategorisinde ikincil olarak en fazla geçiş 244 km²'ile orman alanlarından gerçekleşmiş olup bu değişimin 129 km²'si Avrupa kıtasında olup Arnavutköy, Eyüpsultan ve Sarıyer gibi kuzey ilçelerinde yoğunlaşmaktadır. Ayrıca Başakşehir, Esenyurt ve Sultangazi'de düşük yoğunluklu bir geçiş yaşanmıştır. Bu değişimin 115 km²'lik bölümü ise Anadolu kıtasında gerçekleşmiş olup Beykoz ve Çekmeköy gibi Kuzey ilçelerinde yoğunlaşırken Sancaktepe, Sultanbeyli, Pendik, Tuzla ve Maltepe ilçelerinde de düşük yoğunluklu bir geçiş yaşanmaktadır.

İstanbul'da 1984 ve 2020 yılları arasında yapay yüzeyler kategorisinde en fazla dönüşen tarım alanları ve orman alanları kategorisine ilişkin genel bir değerlendirme yapıldığında denize yakın güney bölgelerinde tarım alanları genellikle kentsel dokuya dönüşürken, kuzedeki orman alanları maden ve inşaat sahalarına dönüşmektedir. Ayrıca Avrupa yakasındaki 1984 ve 2020 yılları arasındaki ortalama kentleşme hızı (yıllık olarak) 0,05 ve kentleşme kuzeybatı-batı yönündeyken Anadolu yakasında kentleşme hızı 0,06 ve kentleşme güney doğu – kuzey yönünde gerçekleşmiştir.

4.2 Peyzaj Desen Değişiminin Ölçülmesi

Tez çalışması kapsamında hareketli pencere özelliği kullanılarak (288m) Sınıf düzeyinde, peyzaj düzeyinde ve habitat düzeyinde olmak üzere 3 düzeyde Alan-kenar, şekil, çekirdek alan, kümelenme ve çeşitlilik özellikleri hakkında bilgi veren 10 peyzaj metriği kullanılmıştır. Bu başlık altında sırasıyla sınıf düzeyi, peyzaj düzeyi ve habitat düzeyinde ölçümler alt başlıklar altında verilmiştir.

4.2.1 Sınıf düzeyi peyzaj metrik ölçümleri

Bu başlık altında Düzey 1 arazi kullanım kategorilerini oluşturan yapay yüzeyler, kentsel yeşil ve açık alanlar, tarım alanları, orman alanları, doğal ve yarı doğal alanlar ve su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyon alanları alan-kenar, şekil, çekirdek alan ve kümelenme özellikleri bağlamında incelenmiştir. Ayrıca bu bölümün sonunda sınıf düzeyinde ölçülen peyzaj metriklerine ilişkin bir korelasyon matrisi oluşturularak metrik sistemleri arasında ortaya konulan ilişki (Şekil 4.16) gösterilmiştir.

Alan, kenar ve yoğunluk metrikleri

Lekelerin sayısını, boyutu, kenar miktarı ve yoğunlukları hakkında bilgi veren metrik setidir. Bu başlık altında aşağıdaki metrikleri setleri ölçülmüştür.

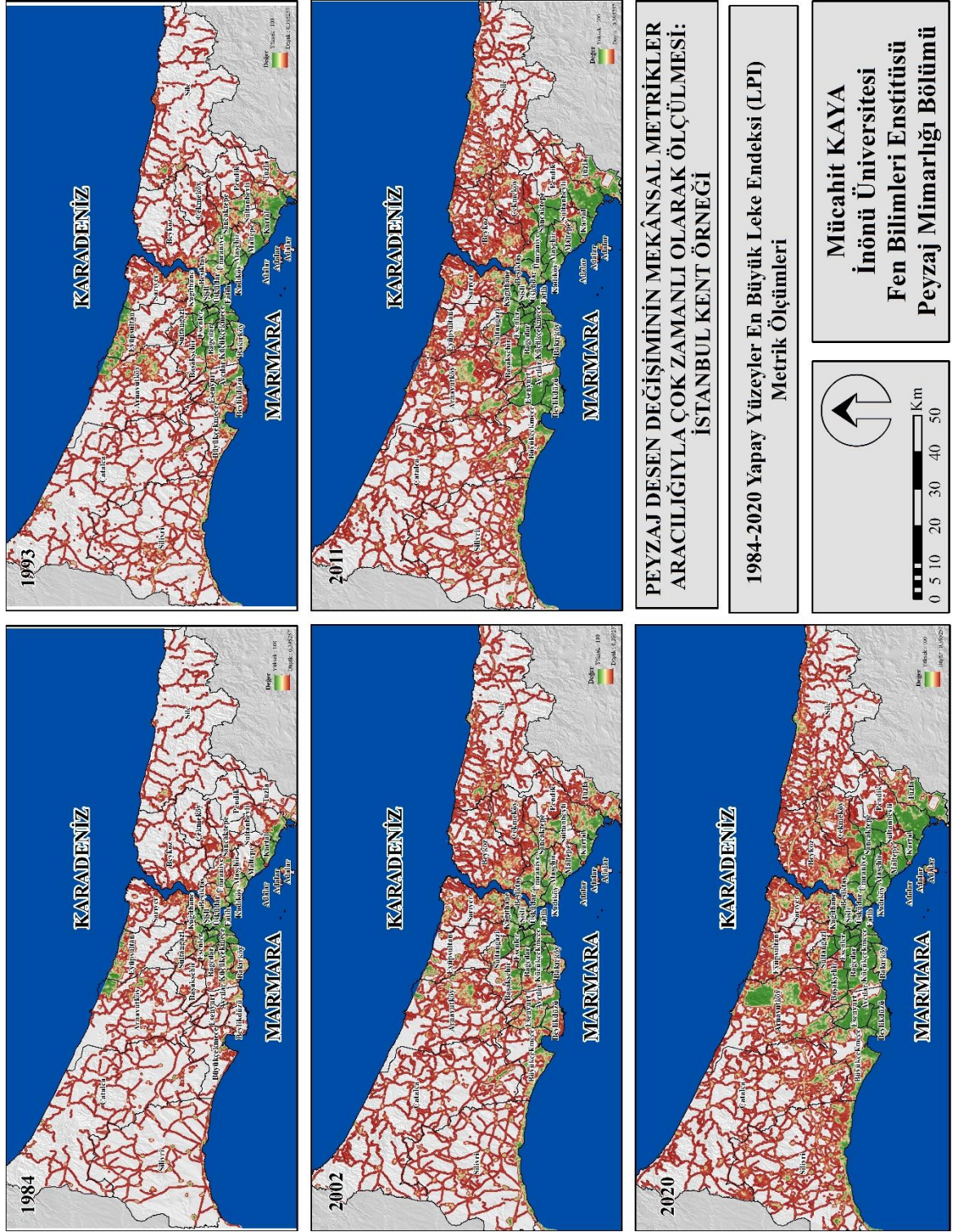
En büyük leke endeksi (LPI): Bu indeks bir sınıftaki (orman alanları sınıfı) belirli bir zamanda (ör; 2011) en büyük lekeyi görmemizi sağlarken, aynı zamanda bu sınıftaki diğer zamanlarda (1984 veya 2020) en büyük lekenin büyüklüğü ile karşılaştırarak sınıfta yaşanan parçalanma ya da derişikleşme durumu hakkında bize bilgi vermektedir. Buna göre LPI değeri yapay yüzeyler kategorisi için 1894'te 2,5368, 1993'te 5,0489, 2002'de 5,6396, 2011'de 13,868 ve 2020 yılında 16,114 seviyesine ulaşmıştır. Yapay yüzeyler kategorisinde 1984 ve 2020 yılları arasında LPI değeri yaklaşık %536 artarken yapay yüzeyler kategorisi alansal olarak yaklaşık 431 km²'den 1292 km²'ye ulaşarak yaklaşık %200 büyümüştür. Bu durum yapay yüzeyler kategorisinin yıllar içerisinde derişik (kompakt) bir eğilimi içerisinde olduğunu göstermektedir. Başka bir ifadeyle yıllar içerisinde yapay yüzeyler içindeki boşlukların dolduğu ve boşluk doldurmalı büyüme eğiliminin ortaya çıktığı söylenebilir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.10).

Kentsel açık ve yeşil alanlar kategorisi en büyük leke endeksi incelendiğinde 1984'te 0,1294, 1993'te 0,014, 2002'te 0,0282, 2011'de 0,0312 ve 2020'de 0,0288 seviyesine ulaşmıştır (Çizelge 4.4). Bu gösterge kentsel açık ve yeşil alanlar kategorisinin 1984 ve 2020 yılları arasında hem alansal hem de yüzde büyüklüğü açısından küçüldüğünü göstermektedir. Başka bir ifadeyle İstanbul'da kentsel açık ve yeşil alanlar peyzajda bölünme ve yok olma sürecinin gözlemlendiği alanlardır.

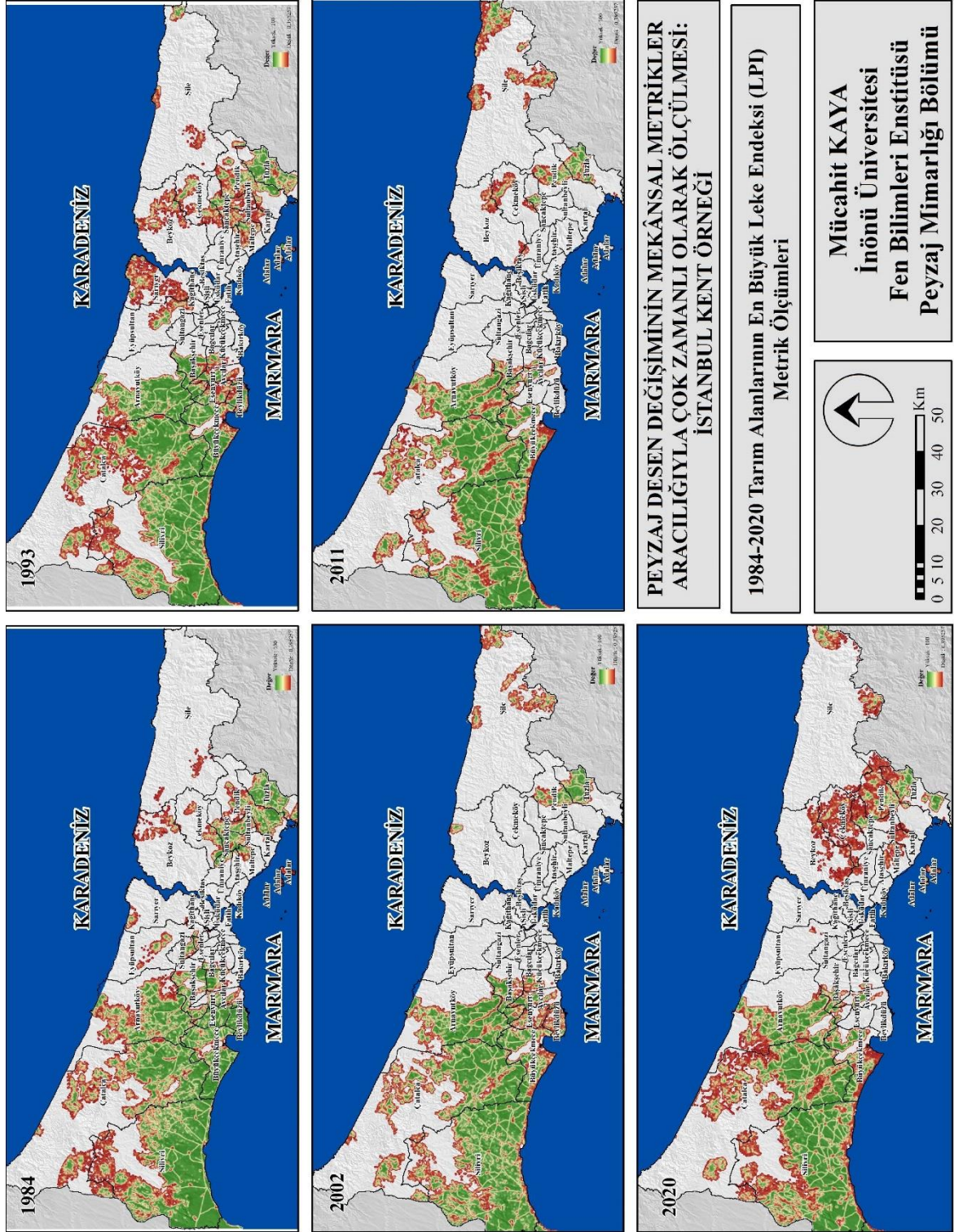
Tarım alanları kategorisine ait LPI değerleri incelendiğinde 1984'te 2,1743, 1993'te 3,0396, 2002'te 1,7754, 2011'de 1,4757 ve 2020 yılında 1,4198 seviyesine gerilediği gözlemlenmiştir. İstanbul'da 1984-1993 yılları arasında tarım alanları olarak 1531 km²'den, 1303 km²'ye gerileyerek yaklaşık %14 küçülmüştür. Bu tarihler aralığında LPI azalışı ile

birlikte değerlendirildiğinde tarımsal peyzajlarda delinme, parçalanma ve yok olma sürecinin başladığı görülmektedir. Ayrıca tarım alanlarının parçalanmasında en büyük neden yol ağlarıdır (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.11).

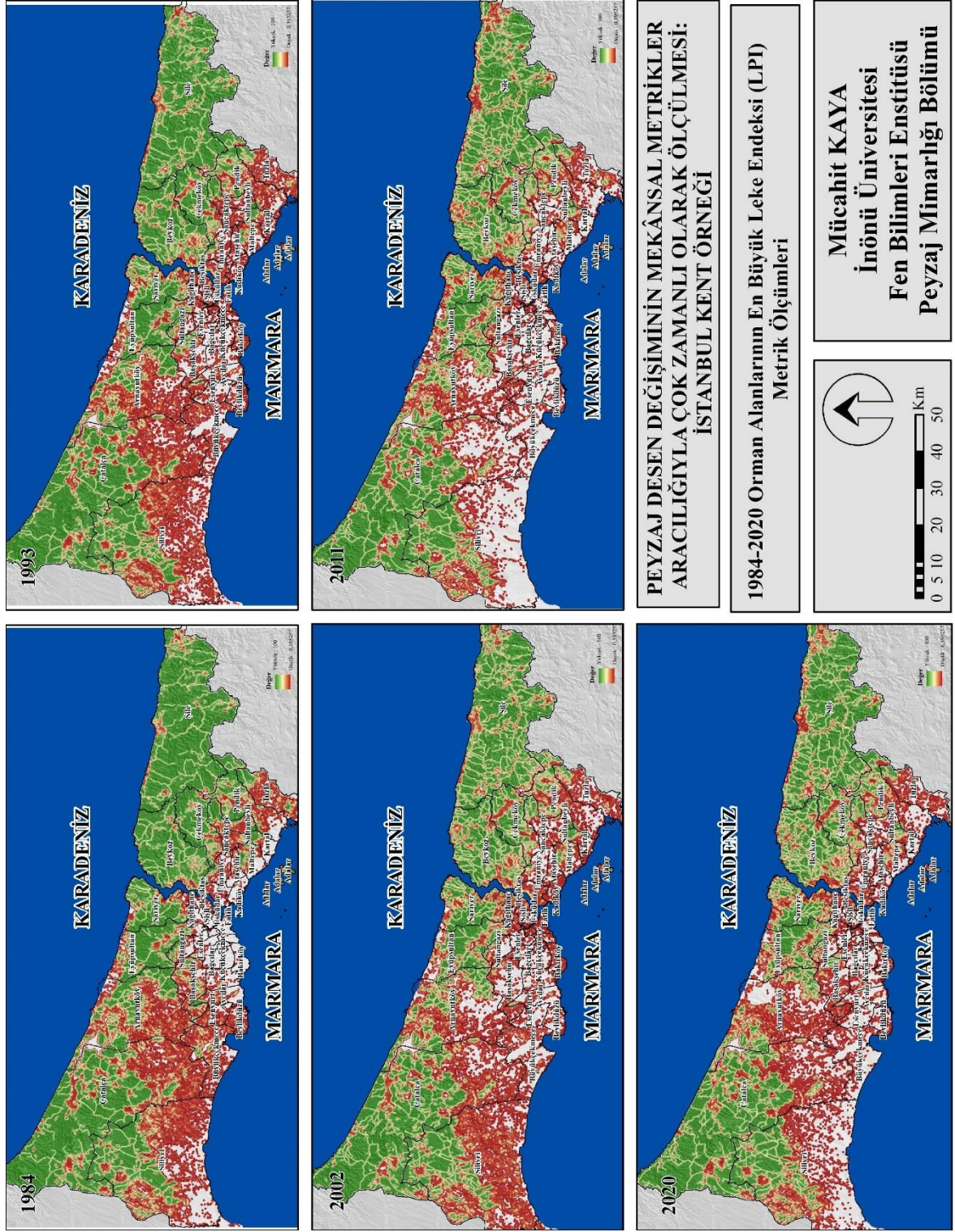
Orman alanları kategorisinde sınıf düzeyinde LPI değeri yıllara içerisinde sırasıyla 9,1599, 5,9254, 3,2636, 2,9179 ve 2,177 seviyelerine gerilemiştir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.12). Orman alanları kategorisi 1984 ve 2020 yılında tüm peyzajdaki en büyük leke alanına sahip kategoriyken bu tarihten itibaren peyzajdaki temsiliyetini yapay yüzeylere bırakmıştır. İstanbul'da orman alanları yıllar içerisinde hem alansal olarak azalmakta hem de parçalanma eğilimindedir. Bu kategorideki parçalanma ve yok olma eğilimi Avrupa yakasının kuzey bölümlerinde yoğunlaşmaktadır. Doğal ve yarı doğal alanlar ve Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu kategorilerinin LPI değerleri yıllar içerisinde hemen hemen hiç değişmemiştir.



Şekil 4.10 : Yapay yüzeyler 1984-2020 LPI metrik ölçüm haritaları.



Şekil 4.11 : Tarım alanları 1984-2020 LPI Metrik ölçüm haritaları



Şekil 4.12 : Orman alanları 1984-2020 LPI Metrik ölçüm haritaları.

Leke Sayısı (NP): Bu indeks bir sınıftaki belirli bir zamanda ki homojen eleman sayısını göstermektedir. Leke sayısının artması sınıf düzeyinde parçalanmanın meydana geldiğini ya da parçalı büyümenin ortaya çıktığını göstermektedir.

Yapay yüzeyler kategorisi için Leke sayısı (NP) yıllara göre değişimi incelendiğinde 1984'te 27693, 1993'te 30784, 2002'de 40011, 2011'de 42294 ve 2020 yılında 43140 seviyesine ulaşmıştır. Yapay yüzeylerde leke sayısında artış alansal artışla doğru orantılı olması hem yeni yapay yüzey alanların ortaya çıktığını hem de kompakt bir büyümenin olduğunu göstermektedir. NP değeri kentsel açık ve yeşil alanlar kategorisi için 1984'te 11458, 1993'te 23636, 2002'te 22747, 2011'de 20500 ve 2020 yılında 24174 seviyesine ulaşmıştır. Bu kategorideki NP değeri ve 1984 ve 2020 yılları arasında ki %18 oranında alansal azalış kentsel açık ve yeşil alanların parçalandığını göstermektedir. NP değeri tarım alanları kategorisi için sırasıyla 12239, 16722, 14675, 15053 ve 19014 seviyesine ulaşmıştır. Tarım alanları kategorisinde 1993 ile 2002 yılları arasında %15 oranında alansal azalışa karşın NP değerindeki azalış bu kategoride diğer yıllarda görülen parçalanmaların aksine yok olma süreçlerinin daha hakim olduğu görülmektedir. NP değeri orman alanları kategorisine için 1984'te 28255, 1993'te 28066, 2002'te 27257, 2011'de 18774 ve 2020 yılında 26436 seviyesine ulaşmıştır. 1984 ve 2011 yılları arasında orman alanlarındaki %130 oranında alansal kayıp yaşanmasına rağmen NP değerindeki azalış bu dönemlerde yok olma süreçlerinin daha hakim olduğunu göstermektedir. 2011 ile 2020 yılları arasında 76 km²'lik alansal azalış ile beraber NP değerindeki %40'lık artış habitat parçalanmalarının arttığını göstermektedir. Bunun da en büyük nedeni kentin Avrupa ve Anadolu bölgelerinde bulunan kuzey ormanlarından geçen yol ağlarıdır. Doğal ve yarı doğal alanlar ve su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu NP değerleri yıllar içinde fazla değişime uğramamıştır (Çizelge 4.4).

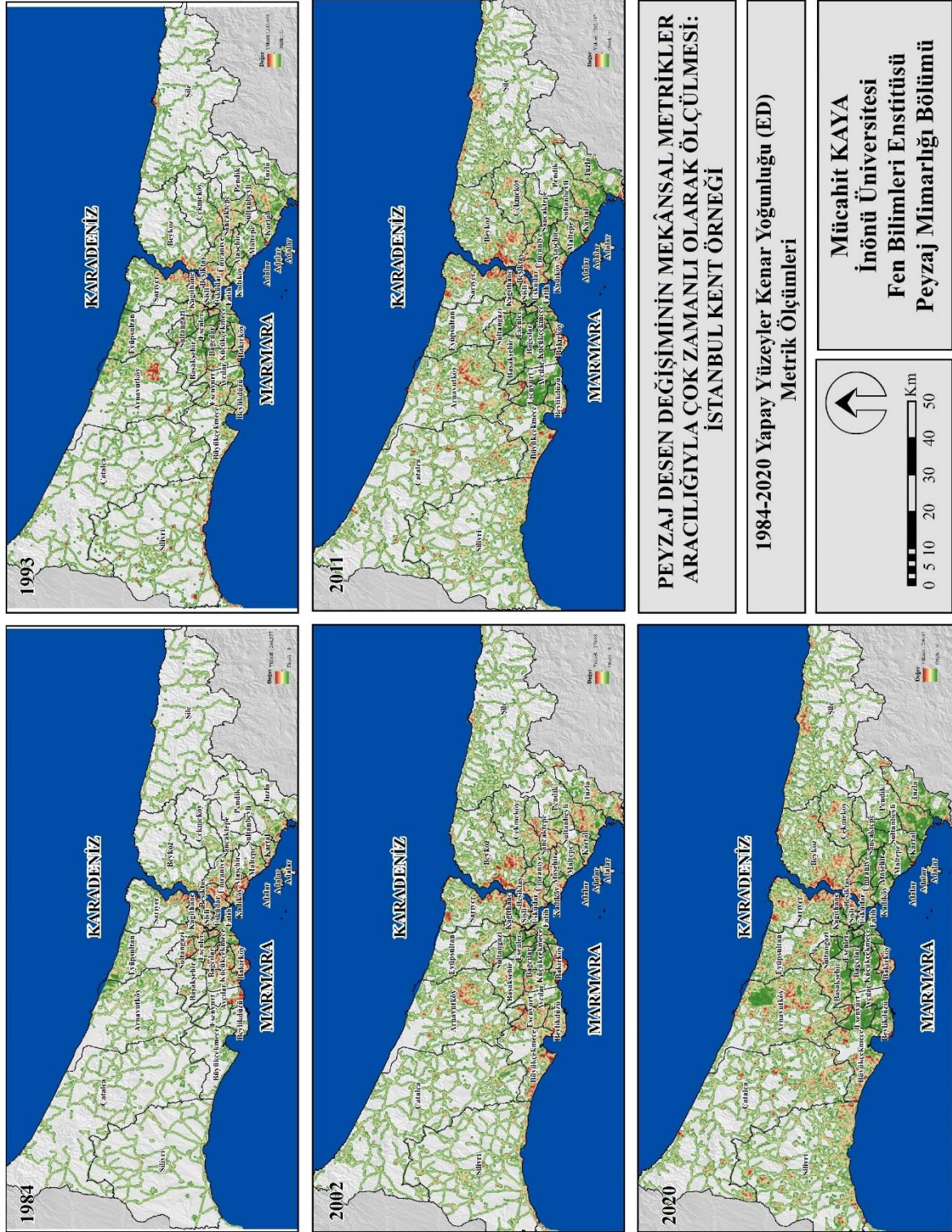
Leke yoğunluk (PD): Bu indeks birim alandaki leke yoğunluğunu ifade etmektedir. Leke yoğunluğunun artması sınıf düzeyinde parçalanma ya da parçalı büyümenin olduğunu ifade etmektedir. Yapay yüzeyler kategorisi için Leke yoğunluğu (PD) değerleri 1984'te 5,076, 1993'te 5,6284, 2002'te 7,3133, 2011'de 7,7285 ve 2020 yılında 7,8736 seviyelerine ulaşmıştır. Yapay yüzey kategorisi 1984 ve 2020 yılları arasında hem kompakt hem de parçalı büyüme gösterdiği gözlemlenmiştir. PD değerleri kentsel açık ve yeşil alanlar kategorisi için sırasıyla 2,1002, 4,3215, 4,1577, 3,746 ve 4,4121 seviyesine ulaşmıştır. Bu kategoride yıllar içinde parçalanmaların devam ettiğini göstermektedir. Tarım alanları kategorisinin PD değerleri yıllara göre değişimi incelendiğinde 1984'te 2,2434, 1993'te 3,0574, 2002'te 0,361, 2011'de 2,0197 ve 2020' de 3,4703 olarak gözlemlenmiştir. Orman alanları

kategorisinin PD değerleri yıllara göre değişimi incelendiğinde 1984'te 5,179, 1993'te 5,1314, 2002'te 4,9821, 2011'de 3,4306 ve 2020' de 4,8249 olarak gözlemlenmiştir. Doğal ve yarı doğal alanlar kategorisinin PD değerleri yıllara göre değişimi incelendiğinde 1984'te 3,3113, 1993'te 3,9207, 2002'te 7,6235, 2011'de 5,8266 ve 2020' de 5,1178 olarak gözlemlenmiştir. Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu kategorisinin PD değerleri yıllara göre değişimi incelendiğinde 1984'te 0,0829, 1993'te 0,1885, 2002'te 0,1563, 2011'de 0,1265 ve 2020' de 0,1341 olarak gözlemlenmiştir. Tüm kategorilerde PD değerinde bazı yıllarda düşüş gözlemlense de genel olarak bir artış eğiliminde olduğu ve peyzaj parçalanma düzeyinin arttığını göstermiştir (Çizelge 4.4).

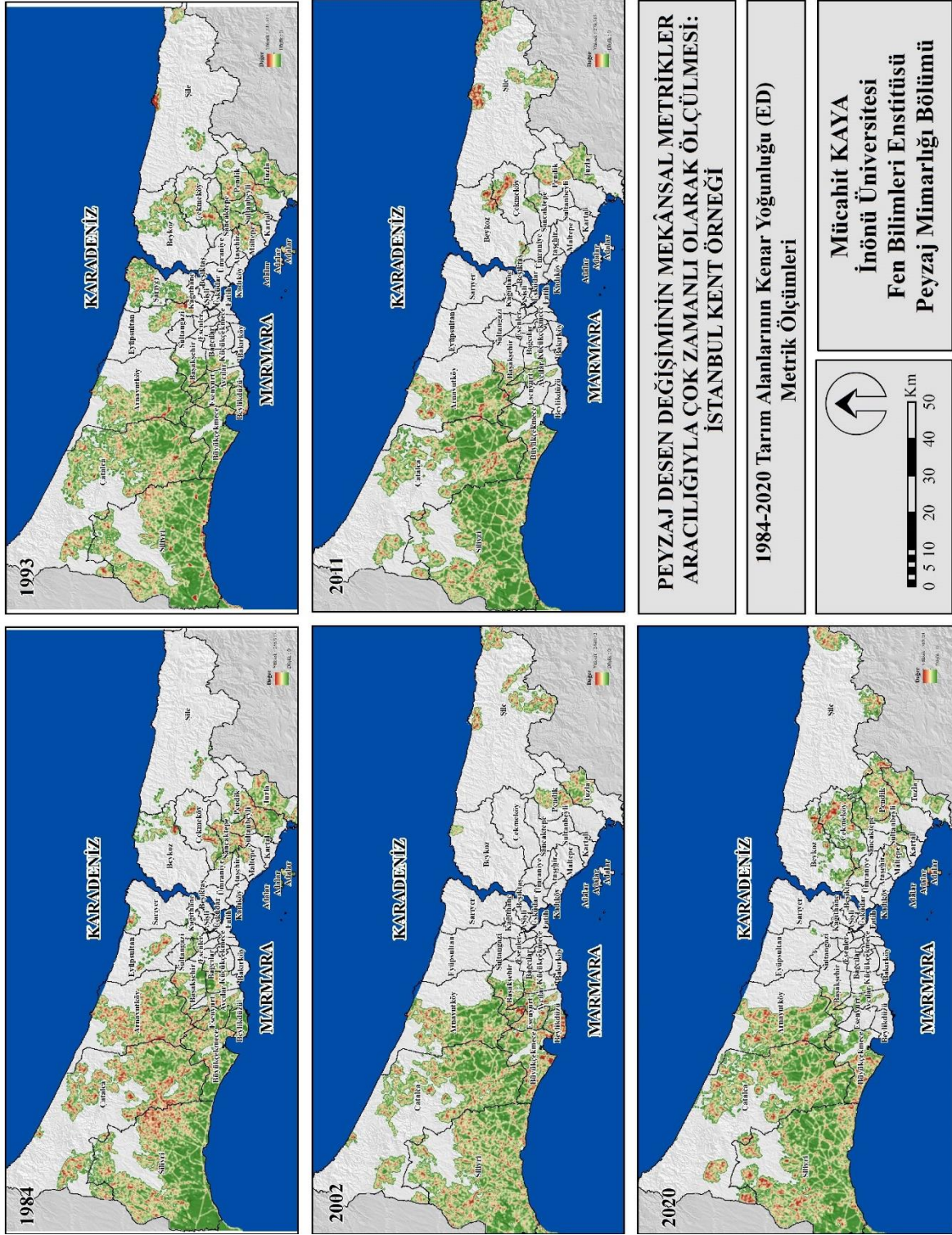
Çizelge 4.4 : Düzey 1 Kategorileri için metrik ölçümleri.

Düzey 1 Kategori	NP	PD	LPI	TE	ED
Yapay yüzeyler (1984)	27693	5,076	2,5368	11068830	20,2888
Yapay yüzeyler (1993)	30784	5,6284	5,0489	15075060	27,5624
Yapay yüzeyler (2002)	40011	7,3133	5,6396	18818310	34,3965
Yapay yüzeyler (2011)	42294	7,7285	13,868	19966170	36,4845
Yapay yüzeyler (2020)	43140	7,8736	16,114	21603570	39,4293
Kentsel açık ve yeşil alanlar (1984)	11458	2,1002	0,1294	4487580	8,2256
Kentsel açık ve yeşil alanlar (1993)	23636	4,3215	0,014	7425090	13,5756
Kentsel açık ve yeşil alanlar (2002)	22747	4,1577	0,0282	6703350	12,2525
Kentsel açık ve yeşil alanlar (2011)	20500	3,746	0,0312	6048090	11,0518
Kentsel açık ve yeşil alanlar (2020)	24174	4,4121	0,0288	6273870	11,4506
Tarım alanları (1984)	12239	2,2434	2,1743	16380360	30,0247
Tarım alanları (1993)	16722	3,0574	3,0396	17397060	31,8078
Tarım alanları (2002)	14675	0,361	1,7754	12355290	22,5833
Tarım alanları (2011)	15053	2,0197	1,4757	12360750	22,587
Tarım alanları (2020)	19014	3,4703	1,4198	15465240	28,226
Orman alanları (1984)	28255	5,179	9,1599	23262780	42,6399
Orman alanları (1993)	28066	5,1314	5,9254	23203080	42,4232
Orman alanları (2002)	27257	4,9821	3,2636	24085320	44,0237
Orman alanları (2011)	18774	3,4306	2,9179	20404440	37,2854
Orman alanları (2020)	26436	4,8249	2,177	22873410	41,7469
Doğal ve yarı doğal alanlar (1984)	18065	3,3113	0,1891	8634630	15,827
Doğal ve yarı doğal alanlar (1993)	21444	3,9207	0,2123	8939430	16,3444
Doğal ve yarı doğal alanlar (2002)	41708	7,6235	0,233	16251030	29,704
Doğal ve yarı doğal alanlar (2011)	31886	5,8266	0,2398	13475850	24,6247
Doğal ve yarı doğal alanlar (2020)	28041	5,1178	0,172	10779960	19,6748
Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu (1984)	452	0,0829	0,6784	710220	1,3018
Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu (1993)	1031	0,1885	0,5726	817140	1,494
Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu (2002)	855	0,1563	0,6512	1138380	2,0808
Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu (2011)	692	0,1265	0,5827	1021440	1,8665
Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu (2020)	735	0,1341	0,5628	957270	1,7471

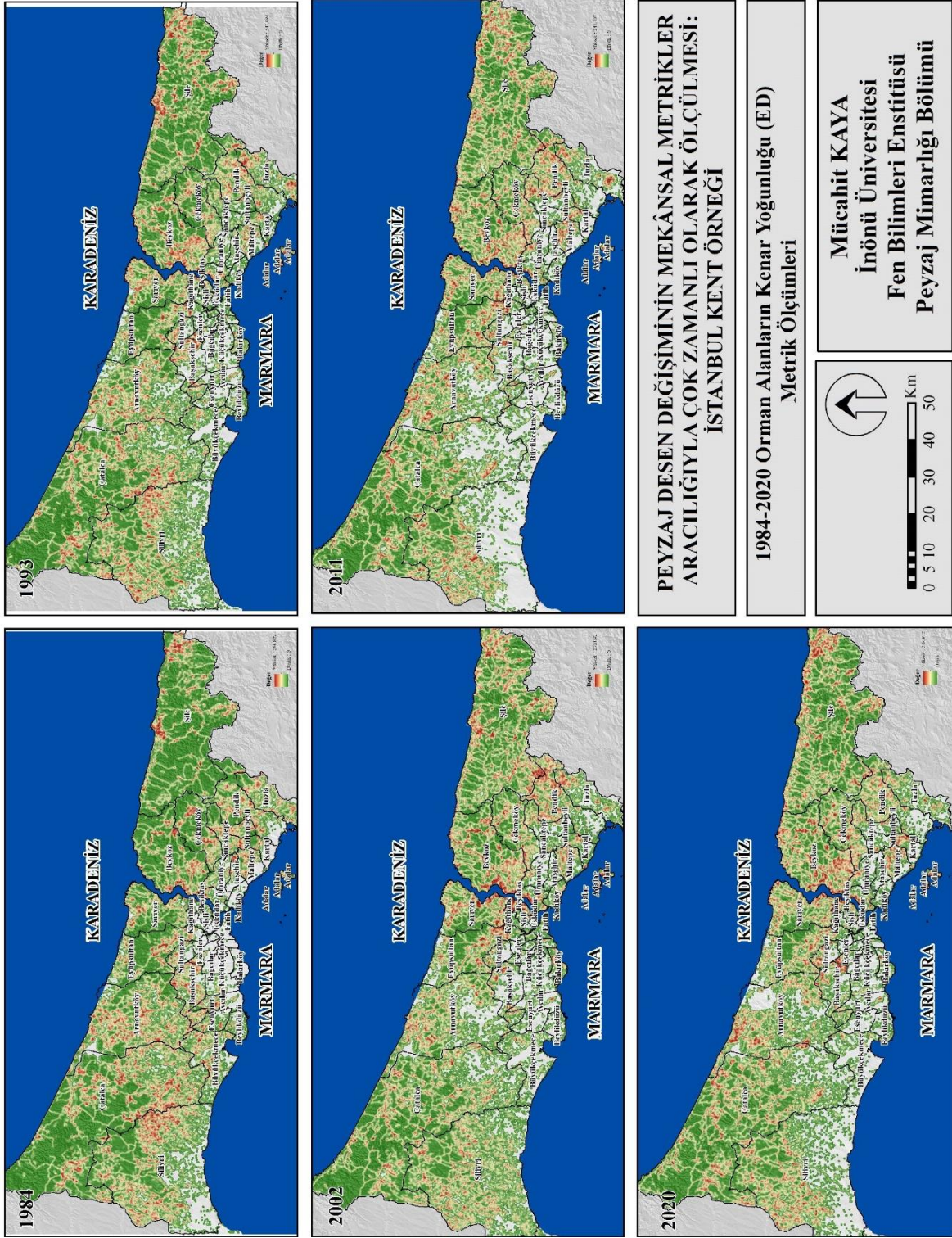
Kenar yoğunluğu (ED): Bu indeks farklı boyutlara sahip lekelerin karşılaştırılmasında kullanılmaktadır. Leke kenar uzunluğu toplamının leke alanına bölünmesi ile elde edilir. Kenar yoğunluğunun artması (leke kenar uzunluğu yüksek, leke alanı düşük) lekenin üzerinde kenar baskısını artırmaktadır. ED değerleri Yapay yüzeyler kategorisi için 1984'te 20,2888, 1993'te 27,5624, 2002'te 34,3965, 2011'de 36,4845 ve 2020 yılında 39,4293 seviyesine ulaşmıştır. Yapay yüzeyler kategorisinde ED artışı kompakt ve parçalı bir büyüme göstermiştir (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.13). Tarım alanları kategorisi ED değerleri yıllara göre sırasıyla 30,0247, 31,8078, 22,5833, 22,587 ve 28,226 seviyesine ulaşmıştır (Çizelge 4.4 ve şekil 4.14). Orman alanları kategorisi ED değerleri 1984'te 42,6399, 1993'te 42,4232, 2002'te 44,0237, 2011'de 37,2854 ve 2020 yılında 41,7469 seviyesine ulaşmıştır (Çizelge 4.4 ve Şekil 4.15). Tarım alanları ve orman alanlarında 1984 ve 2020 yılları arasında ED değerine alansal kayıplar ile incelendiğinde bu alanlarda parçalanma ve yok olma süreçlerinin devam ettiğini göstermektedir.



Şekil 4.13 : Yapay yüzeyler 1984-2020 ED Metrik ölçüm haritaları.



Şekil 4.14 : Tarım alanları 1984-2020 Metrik ölçüm haritaları.



Şekil 4.15 : Orman alanları1984-2020 ED Metrik ölçüm haritaları.

Topal kenar (TE): Bu indeks lekelerin kenar uzunluklarına ilişkin bilgi sunmakta ve kenar yoğunluğu ile benzer sonuçlar ortaya koymaktadır. Yapay yüzeyler kategorisi TE değerleri 1984'te 11068830, 1993'te 15075060, 2002'te 18818310, 2011'de 19966170 ve 2020 yılında 21603570 seviyesine ulaşmıştır. Yapay yüzeyler kategorisinde 1984-2020 yılları arasındaki %200'lük alansal artış hem parçalı hem de kompakt bir büyüme olduğunu göstermektedir. Tarım alanları kategorisi TE değerleri sırasıyla 16380360, 17397060, 12355290, 12360750 ve 15465240 seviyesine ulaşmıştır. TE değeri Orman alanları kategorisi için 1984'te 23262780, 1993'te 23203080, 2002'te 24085320, 2011'de 20404440 ve 2020 yılında 22873410 seviyesine ulaşmıştır. Genel olarak tüm kategoriler incelendiğinde TE ve ED metrikleri arasındaki pozitif bir korelasyon olduğu görülmüştür. Yapay yüzeler kategorisi alansal artışıyla beraber TE ve ED değerinde artış olmuş ve peyzaj genelinde kenar baskısını artırmıştır. Orman alanları kategorisinde 1984-2002 yılları arasında alansal azalış gözlemlenirken TE ve ED değerinde artış göstermesi Orman alanları kategorisinde parçalanmaların meydana geldiğini göstermiştir. 2011 yılında alansal azalışa rağmen TE ve ED değerindeki azalış orman lekelerinin yok olduğunu göstermektedir. 2020 yılında ki 23 km²'lik alansal artış ED ve TE değerinde ciddi artışa neden olması parçalanmanın tekrardan meydana geldiğini göstermektedir (Çizelge 4.4).

Şekil metrikleri

Peyzajdaki lekelerin şekil ve boyutuna odaklanır. Şekil metrikleri leke şeklindeki karmaşıklığı düzeyi hakkında bilgi üretmektedir.

Çevre-alan fraktal boyut indeksi (PAFRAC): Bu indeks leke şeklinin karmaşıklığını ölçmektedir. PAFRAC 1 değerine yaklaştıkça leke en basit şekle yani kare formuna sahiptir. PAFRAC değeri 2 değerine yaklaştıkça leke şekli karmaşıqlaşmaktadır. PAFRAC değeri Yapay yüzeyler kategorisi için 1984'te 1,3793, 1993'te 1,3972, 2002'te 1,4059, 2011'de 1,4042 ve 2020 yılında 1,407 seviyesine ulaşmıştır. Böylece Yapay yüzeyler kategorisi 1984-2020 yılları arasında daha düzensiz bir leke şekline sahip olduğu tespit edilmiştir. Tarım alanları kategorisi için PAFRAC değeri 1984'te 1,371, 1993'te 1,3639, 2002'te 1,4646, 2011'de 1,3328 ve 2020 yılında 1,3495 seviyesine ulaşmıştır. PAFRAC değeri Orman alanları kategorisi için sırasıyla 1,347, 1,338, 1,3256, 1,3072 ve 1,3169 seviyesine ulaşmıştır (Çizelge 4.5). Orman alanları kategorisi ve Tarım alanları kategorisi 1984-2020 yılları arasında alansal kayıp yaşamasına rağmen PAFRAC değerinde düşüş yaşamıştır bu da lekeleri daha düzenli yapmıştır. Başka bir ifadeyle PAFRAC değeri lekenin boyutuna ve alanına bakılmaksızın, leke formuyla alakalıdır.

Peyzaj şekil indeksi (LSI): Bu indeks PAFRAC indeksiyle benzer şekilde çalışmaktadır. LSI 1'e yaklaştıkça leke şekli basitleşir. 1'den uzaklaştıkça leke şekli karmaşıklaşır. Ayrıca LSI değeri arttıkça lekeler giderek birbirinden ayrılır. Yapay yüzeyler kategorisi LSI değerleri 1984'te 137,2332, 1993'te 140,7999, 2002'te 165,9726, 2011'de 153,2098 ve 2020'de 153,9746 seviyesine ulaşmıştır (Çizelge 4.6). Bu kategoride ki LSI artış eğilimi dağınık leke türlerinin arttığını ve parçalı büyüme olduğunu gösterir. Başka bir deyişle yeni yerleşim yerlerinin ortaya çıkması olarak ifade edilebilir. Kentsel açık ve yeşil alanlar kategorisinde LSI değerlerinin yıllara göre değişimi incelendiğinde 1984-1993 yılları arasında ciddi bir şekilde artışı çok fazla parçalanmaya ve dağınık lekelerin ortaya çıkması olarak açıklanabilir. Tarım alanları kategorisinde LSI değeri incelendiğinde 1984, 1993, 2011 ve 2020 yıllarında parçalanma görülürken 2002 yılında dağınık lekelerin yok olduğu gözlemlenmektedir. Orman alanları kategorisinde LSI değerlerinin değişimi incelendiğinde yılları içinde yavaş bir artış eğiliminde olduğu ancak 2011 yılında düştüğü ve dağınık lekelerin bu yıl içinde yok olduğu gözlemlenmiştir. Doğal ve yarı doğal alanlar kategorisinde LSI değerleri yıllara göre değişimi incelendiğinde daha dağınık bir dağılım göstermektedir. Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu kategorisinde LSI değeri incelendiğinde en düzgün peyzaj şekline sahiptir.

Çizelge 4.5 : 1984-2020 PAFRAC metrik ölçümleri.

	Düzye 1 Kategorisi	1984	1993	2002	2011	2020
PAFRAC	Yapay yüzeyler	1,3793	1,3972	1,4059	1,4042	1,407
	Kentsel açık ve yeşil alanlar	1,3609	1,4029	1,3475	1,3908	1,3804
	Tarım alanları	1,371	1,3639	1,4646	1,3328	1,3495
	Orman alanları	1,347	1,338	1,3256	1,3072	1,3169
	Doğal ve yarı doğal alanlar	1,3678	1,3735	1,3637	1,3746	1,3761
	Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu	1,3265	1,3174	1,271	1,2618	1,2992

Çizelge 4.6 : 1984-2020 LSI metrik ölçümleri.

	Düzye 1 Kategorisi	1984	1993	2002	2011	2020
LSI	Yapay yüzeyler	137,233	140,799	165,972	153,209	153,974
	Kentsel açık ve yeşil alanlar	106,954	172,098	149,700	154,123	162,21
	Tarım alanları	105,466	112,507	85,536	86,199	110,90
	Orman alanları	107,178	111,739	119,395	103,742	115,521
	Doğal ve yarı doğal alanlar	132,756	148,41	190,350	176,284	168,382
	Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu	18,044	21,077	24,292	22,53	22,237

Ortalama fraktal boyut (FRAC_MN): Şekil karmaşıklığını ölçmeye yaran indeks 1'e yaklaştıkça lekenin formu kare olurken değer 2'ye yaklaştıkça leke şekli düzensizleşmeye başlar. Yapay yüzeyler kategorisinde FRAC_MN değerindeki artış zamanla düzensiz bir

leke şekline sahip olduğunu göstermektedir. Kentsel açık ve yeşil alanlar kategorisi ve Doğal ve yarı doğal alanlar kategorisinde FRAC_MN değeri incelendiğinde şekil karmaşıklığının zamanla azaldığı gözlemlenmiştir. Tarım alanları kategorisinde FRAC_MN değerlerinin yıllara göre değişimi incelendiğinde 1984'te 1,029, 1993'te 1,0299, 2002'te 1,112, 2011'de 1,0326 ve 2020 yılında 1,0301 seviyesine ulaşmıştır. 2011 yılında FRAC_MN değerinin artışı şekil karmaşıklığının düzensizliğini artırmıştır. İnsan faaliyetleri ve kentleşme baskısı 2011 yılında Tarım alanları kategorisinin parçalanmasına ve karmaşılaşmasına neden olmuştur (Çizelge 4.7).

Çizelge 4.7 : 1984-2020 FRAC_MN metrik ölçümleri.

	Düzy 1 Kategori	1984	1993	2002	2011	2020
FRAC_MN	Yapay yüzeyler	1,0265	1,0261	1,027	1,0275	1,0271
	Kentsel açık ve yeşil alanlar	1,0266	1,0287	1,0233	1,0261	1,0228
	Tarım alanları	1,029	1,0299	1,112	1,0326	1,0301
	Orman alanları	1,0305	1,0304	1,0326	1,0341	1,03
	Doğal ve yarı doğal alanlar	1,0293	1,0297	1,0263	1,0297	1,0283
	Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu	1,0549	1,0286	1,048	1,0486	1,0492

Kümelenme metrikleri

Lekelerin mekânsal olarak kümelenme eğilimini ifade eder.

Toplanma indeksi (AI): Bu indeks değeri 100'e yaklaştıkça kompaktlık artarken 0'a yaklaştıkça leke karmaşıklığı artar. Yapay yüzeyler kategorisinde AI değeri 1984'te 80,2806, 1993'te 84,7225, 2002'te 82,8949, 2011'de 86,2749 ve 2020 yılında 87,2233 seviyesine ulaşmıştır. Başka bir ifadeyle kentsel doku boşluk doldurmalı ve kompakt bir büyüme göstermiştir. Kentsel açık ve yeşil alanlar kategorisinde AI değeri 1984'te 69,6802, 1993'te 52,2493, 2002'te 60,0477, 2011'de 53,0992 ve 2020 yılına 49,8251 seviyesine gerilemiştir. 1984 ve 2020 yılları arasında ki alansal kayıpla beraber incelendiğinde bu kategoride parçalanmalar ve yok olma süreçlerin devam ettiğini gösterir. Tarım alanları ve Orman alanları AI değerinde azalış parçalanmaların olduğunu gösterir. Genel olarak kategoriler incelendiğinde Kentsel açık ve yeşil alanlar kategorisinde leke karmaşıklığı artmışken yapay yüzeyler daha kompakt bir şekil almıştır (Çizelge 4.8).

Çizelge 4.8 : 1984-2020 AI metrik ölçümleri.

	Düzyey 1 Kategori	1984	1993	2002	2011	2020
AI	Yapay yüzeyler	80,2806	84,7225	82,8949	86,2749	87,2233
	Kentsel açık ve yeşil alanlar	69,6802	52,2493	60,0477	53,0992	49,8251
	Tarım alanları	91,9832	91,4025	93,0071	92,9128	90,5799
	Orman alanları	94,1912	93,643	93,0007	93,7747	93,0991
	Doğal ve yarı doğal alanlar	76,133	71,1515	73,7844	72,9203	69,1182
	Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu	94,7729	94,2273	94,0236	94,2934	94,0637

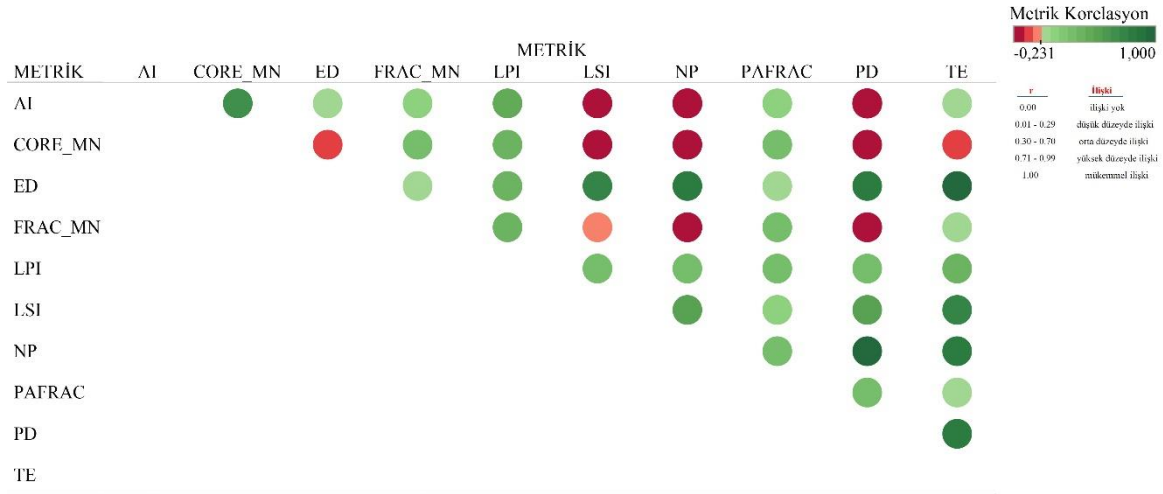
Çekirdek alan metrikleri

Çekirdek alan, leke iç alanıyla kenar mesafesini ifade eder. Kenar baskısını tespit etmek için önemlidir.

Çekirdek alan ortalaması (CORE_MN): Aynı tür lekelerin toplam çekirdek alan ortalamasına gösteren indekstir. Yapay yüzeyler kategorisi CORE_MN değeri 1984'te 0,0175, 1993'te 0,0637, 2002'te 0,0606, 2011'de 0,1747 ve 2020 yılında 0,3127 seviyesine ulaşmıştır. Tarım alanları kategorisinde CORE_MN değeri 1984'te 1,1497, 1993'te 0,6331, 2002'te 4,9781, 2011'de 2,0558 ve 2020' de 0,6281 şeklinde gözlemlenmiştir. Orman alanları kategorisinde CORE_MN değeri 1984'te 3,4546, 1993'te 2,4576, 2002'te 1,9832, 2011'de 2,5684 ve 2020 yılında 1,6444 seviyesine gerilemiştir (Çizelge 4.9). Genel olarak tüm kategoriler incelendiğinde yapay yüzeyler kategosinde CORE_MN değeri artarken diğer kategorilerde bir azalış olmuştur. Yapay yüzeylerdeki alansal artış ile birlikte kompakt ve boşluk doldurmalı bir büyüme CORE_MN değerinde artışa neden olmuştur. Orman alanları ve tarım alanlarında CORE_MN azalışı lekelerin yıllar içinde parçalanma ile birlikte küçüldüğünü göstermektedir.

Çizelge 4.9 : 1984-2020 CORE_MN metrik ölçümleri.

	Düzyey 1 Kategori	1984	1993	2002	2011	2020
CORE_MN	Yapay yüzeyler	0,0175	0,0637	0,0606	0,1747	0,3127
	Kentsel açık ve yeşil alanlar	0	0	0,0001	0,0004	0
	Tarım alanları	1,1497	0,6331	4,9781	2,0558	0,6281
	Orman alanları	3,4546	2,4576	1,9832	2,5684	1,6444
	Doğal ve yarı doğal alanlar	0,017	0,0093	0,0072	0,0026	0,003
	Su yüzeyleri ve ıslak alan vejetasyonu	7,2705	3,7735	4,9107	5,9524	5,32



Şekil 4.16 : İstanbul kentinde 1984-2020 yılları arasında sınıf düzeyinde ölçülen metriklerin korelasyon matrisi.

4.2.2 Peyzaj düzeyi peyzaj metrik ölçümleri

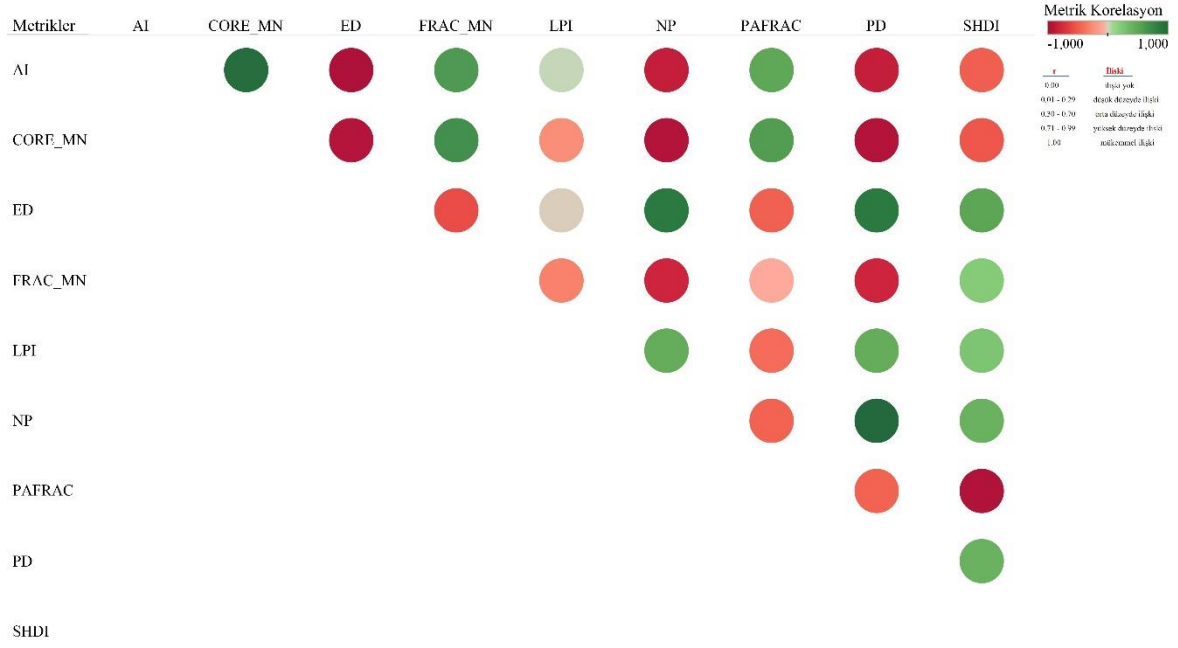
Bu başlık altında tüm peyzajı oluşturan arazi kullanımının alan-kenar, şekil, çekirdek alan ve kümelenme özellikleri bağlamında incelenmiştir. Ayrıca bu bölümün sonunda peyzaj düzeyinde ölçülen peyzaj metriklerine ilişkin bir korelasyon matrisi oluşturularak metrik sistemleri arasında ortaya konulan ilişki gösterilmiştir (Şekil 4.17).

Alan, kenar ve yoğunluk metrikleri

Peyzaj seviyesinde leke sayısı (NP) değeri 1984’de 98162, 1993’te 121683, 2002’de 134553, 2011’de 125199 ve 2020 yılında 141540 seviyelerine ulaşmıştır. Yıllara göre leke sayısında artış parçalanmaların ve parçalı büyüme süreçlerinin olduğunu göstermektedir. Peyzaj seviyesinde PD değeri sırasıyla 17,9928, 22,2478, 24,5939, 22,8778 ve 25,8329 seviyelerine ulaşmıştır. Peyzaj seviyesinde LPI değeri 1984’de 9,1599, 1993’te 5,9254, 2002’de 5,6396, 2011’de 13,868 ve 2020’de 16,114 seviyesine ulaşmıştır (Çizelge 4.10). LPI değeri 1984 ve 2002 yılları arasında azalışın nedeni orman kategorilerindeki parçalanmalardır. 2002 ve 2020 yılları arasında LPI değerindeki artış yapay yüzeyler kategorisinin daha kompakt ve boşluk doldurmalı büyüdüğünü göstermektedir. Peyzaj seviyesinde ED değeri 1984’de 59,1539, 1993’te 66,6037, 2002’de 72,5204, 2011’de 66,9499 ve 2020 yılında 71,1374 seviyelerine ulaşmıştır. Peyzaj düzeyinde NP, ED ve PD metriklerinin değerleri 2011 yılında bir azalış göstermesine rağmen geri kalan yıllarda artış eğilimi göstermektedir. Başka bir ifadeyle İstanbul kentinde 1984-2020 yılları arasında sınıf düzeyinde incelenen bazı kategorik artış ve azalışların aksine, peyzaj genelinde parçalanmalar ve habitat kayıpları gerçekleşmiştir.

Çizelge 4.10 : 1984-2020 Peyzaj seviyesi, alan kenar ve yoğunluk metrik ölçümleri.

Yıllar	NP	PD	LPI	ED
1984	98162	17,9928	9,1599	59,1539
1993	121683	22,2478	5,9254	66,6037
2002	134553	24,5939	5,6396	72,5204
2011	125199	22,8778	13,868	66,9499
2020	141540	25,8329	16,114	71,1374



Şekil 4.17 : İstanbul kentinde 1984-2020 yılları arasında peyzaj seviyesinde ölçülen metriklerin korelasyon matrisi.

Şekil metrikleri

Peyzaj seviyesinde FRAC_MN değeri 1984’de 1,0286, 1993’te 1,0288, 2002’de 1,0287, 2011’de 1,0294 ve 2020’de 1,0277 seviyesine gerilemiş. Peyzaj seviyesinde PAFRAC değeri 1984 ve 2020 yılları arasında pek fazla bir değişimi uğramadığı tespit edilmiştir(Çizelge 4.11).

Çekirdek alan metrikleri

Peyzaj seviyesinde CORE_MN değeri 1984’de 1,1793, 1993’te 0,7036, 2002’de 0,5263, 2011’de 0,6592ve 2020 yılında 0,515 seviyesine gerilemiştir (Çizelge 4.11). İstanbul kentinde CORE_MN azalışı büyük lekelerin yıllar içinde alansal kayıplar ve parçalamalar yaşadığını göstermektedir.

Kümelenme Metrikleri

Peyzaj seviyesinde AI değeri 1984’de 91,073, 1993’te 89,9492, 2002’de 89,0655, 2011’de 89,9008 ve 2020 yılında 89,2663 seviyesine gerilemiştir. Başka bir ifadeyle AI değerindeki azalış peyzaj genelinde parçalı bir büyüme olduğunu ya da orman ve tarımsal peyzajdaki en büyük leke örüntülerinin zamanla parçalanarak daha küçük lekeler dönüşüğünü ifade etmektedir. 1984-2020 yılları arasında peyzaj düzeyine ilişkin genel bir değerlendirme yapıldığında kentsel alanların leke büyüklüğü geçen yıllar içerisinde bir miktar artış göstermiş olmasına karşın diğer arazi kullanımı/örtüsü kategorilerinde yaşanan parçalanma süreci tüm peyzajda düzensizlik ve karmaşıklık artırarak İstanbul’daki türler için önemli habitat alanlarında çekirdek alanlar ciddi bir şekilde azaldığı gözlenmektedir (Çizelge 4.11).

Çizelge 4.11 : 1984-2020 Peyzaj seviyesinde, metrik ölçümleri.

	FRAC_MN	PAFRAC	CORE_MN	AI
1984	1,0286	1,3613	1,1793	91,073
1993	1,0288	1,368	0,7036	89,9492
2002	1,0287	1,3554	0,5263	89,0655
2011	1,0294	1,3546	0,6592	89,9008
2020	1,0277	1,3581	0,515	89,2663

Çeşitlilik metrikleri

Peyzajda ki mevcut lekelerin zenginliğini ve farklı lekeler arasındaki dağılım olarak tanımlanır.

Shannon Çeşitlilik İndeksi (SHDI): Bu indeks leke çeşitliliğini ifade eder. SHDI değeri 0’a yaklaştıkça çeşitlilik azalırken değer arttıkça çeşitlilik artar. Peyzaj seviyesinde SHDI incelendiğinde 1984 ve 2002 yılları arasında SHDI değerindeki artış peyzaj genelinde heterojeniteyi artırırken 2011 ve 2020 yılları arasında çok ciddi olmamakla beraber peyzaj genelinde bir düşüş yaşanmıştır (Çizelge 4.12 ve Şekil 4.1). Peyzaj heterojenitesindeki bu azalış sınıf düzeyinde ölçülen metrikler ve arazi kullanımı /örtüsü verileri ile birlikte değerlendirildiğinde özellikle yapay yüzeyler kategorisinin 2020 yılında tüm peyzaj alanının neredeyse 4’te 1’ini kapladığı ve bu nedenle heterojenitenin bir miktar azaldığı söylenenebilir.

Çizelge 4.12 : 1984-2020 Peyzaj seviyesinde, SHDI metrik ölçümleri.

	1984	1993	2002	2011	2020
SHDI	1,1865	1,2717	1,3755	1,3692	1,3326



Şekil 4.18 : 1984-2020 SHDI metrik ölçüm haritaları.

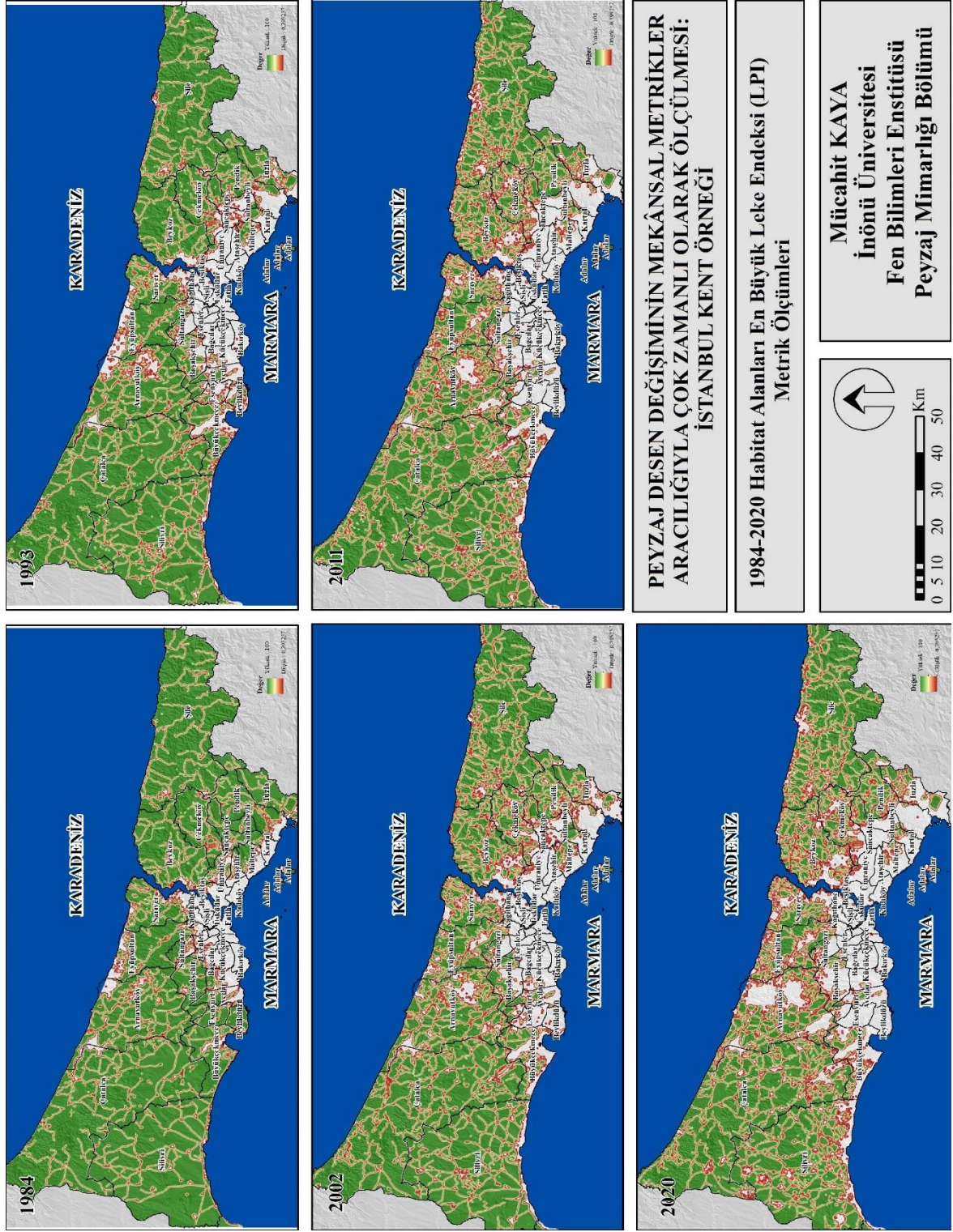
4.2.3 Habitat alanları düzeyinde peyzaj metrik ölçümleri

Bu başlık altında IUCN'den tespit edilen seçilmiş türlerin habitat ve ekolojik istekleri göz önünde bulundurularak Düzey 2 arazi kullanım kategorileri içerisindeki orman alanları, kuru tarım alanları, sulu tarım alanları, nadas tarım alanları ve seyrek vejetasyon alanları kategorileri birleştirilerek yeni bir habitat sınıfı elde edilmiş ve bu yeni sınıf üzerinden peyzaj desen ölçümleri yapılmıştır. Habitat sınıfı üzerinden en büyük leke indeksi (LPI), kenar yoğunluğu (ED) ve leke yoğunluğu (PD) özellikleri incelenerek İstanbul'da parçalanma düzeyleri ortaya konmuştur (Çizelge 4.13 Şekil 4.19 ve Şekil 4.20).

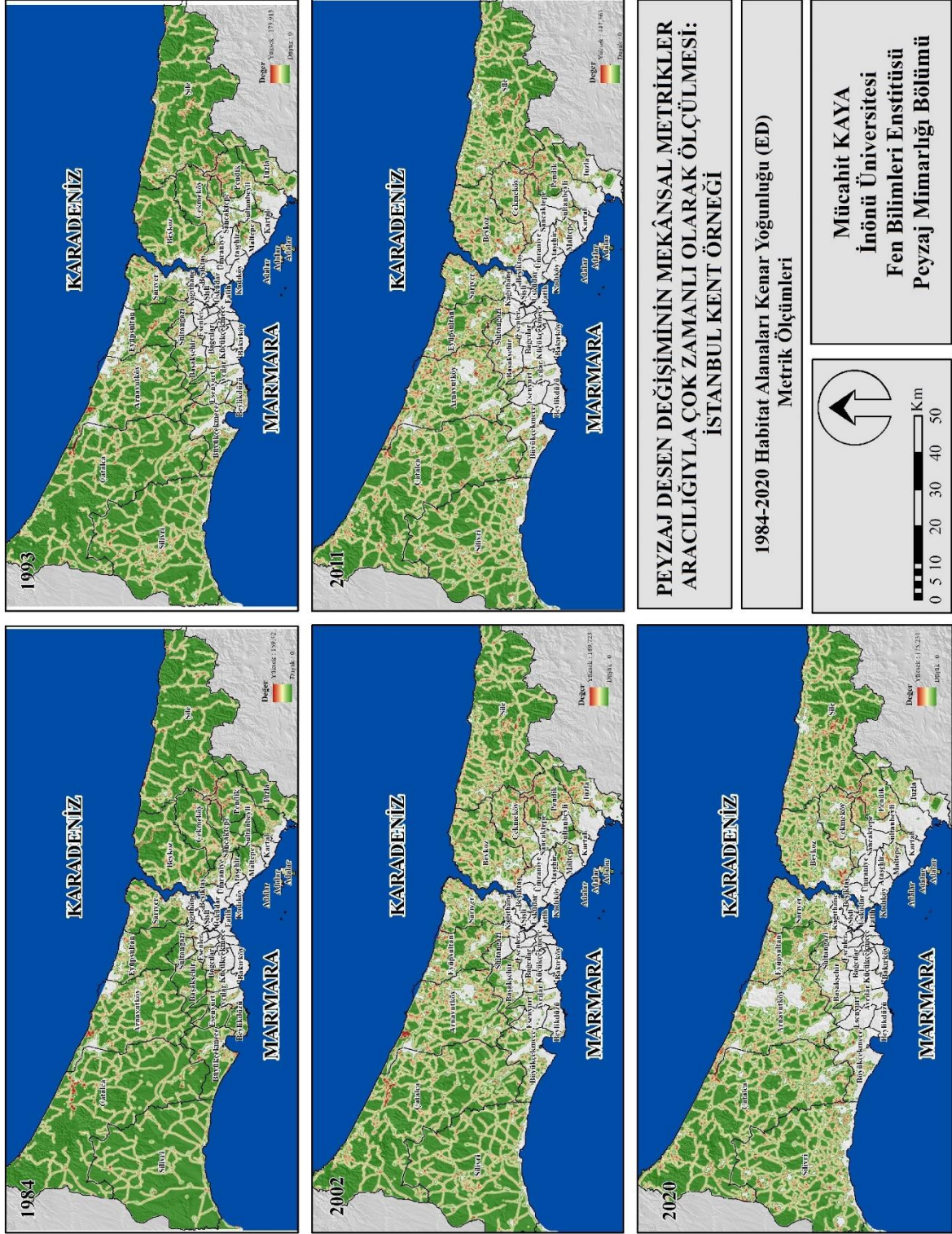
İstanbul'da habitat alanları için LPI değeri 1984'te 79,86 1993'te 75,75 2002'de 69,20 2011'de 65,05 ve 2020 yılında 62,76 seviyesine gerilemiştir. 1984 ve 2020 yılları arasında habitat alanlarında ($\sim 4802,83 \text{ km}^2 - 3971,82 \text{ km}^2$) %21 oranında azalış tespit edilmiş bu da yaklaşık $831,01 \text{ km}^2$ 'lik alanı kaplamaktadır. Ayrıca 1984 ve 2020 yılları arasında LPI değeri %22,7 oranında azalış göstermiştir. Habitat alanları ve LPI değeri arasındaki ilişki incelendiğinde en büyük habitat lekelerinde parçalanmaların ve yok olma süreçlerinin birlikte ortaya çıktığı görülmektedir. Habitat alanlarında yaşanan bu süreçler ilk etapta geniş dolaşım alanlarına sahip büyük memeliler ve çekirdek alan seven türler için tehdit oluşturma bilmektedir. Benzer şekilde 1984 ve 2020 yılları arasında ED ve PD değerinde gözlemlenen artış habitat alanlarında parçalanma, habitatlar üzerindeki kenar baskısının artması ve yok olma süreçlerinin birlikte ortaya çıktığını göstermektedir. Habitat alanları için tüm metrik sonuçları birlikte değerlendirildiğinde İstanbul'da habitat alanları zamanla parçalanma ve yok olma eğilimindedir. Ayrıca desendeki parçalanma ve yok olma süreci yıllar içerisinde şiddetini artırarak devam etmekte ve özellikle hem Avrupa hem de Anadolu kıtasında kuzey ormanları üzerinde yoğunlaşmaktadır.

Çizelge 4.13 : Habitat alanları metrik ölçümleri.

	ED	LPI	PD
1984	29,947296	79,866786	5,264255
1993	30,269413	75,758914	5,395471
2002	31,076891	69,202602	5,686144
2011	31,553339	65,059359	5,805713
2020	31,605986	62,762947	5,882101



Şekil 4.19 : Habitat alanları 1984-2020 LPI metrik ölçüm haritaları.



Şekil 4.20 : Habitat alanları 1984-2020 ED metrik ölçüm haritaları.

Tür	Tür adı	Av				Avcı				Avcı			
Kuş	Ak sırtlı ağaçkakan (<i>Dendrocopos leucotos</i>)												
	Aladoğan (<i>Falco vespertinus</i>)												
	Bayağı kervan çulluğu (<i>Numenius arquata</i>)												
	Bozkır tuynunu (<i>Circus macrourus</i>)												
	Büyük su çulluğu (<i>Gallinago media</i>)												
	Çamur çulluğu (<i>Limosa limosa</i>)												
	Çayır incir kuşu (<i>Anthus pratensis</i>)												
	Ev kırlangıcı (<i>Delichon urbicum</i>)												
	Kızıl ardıc kuşu (<i>Turdus iliacus</i>)												
	Uludoğan (<i>Falco cherrug</i>)												
Memeli	Alageyik (<i>Cervus elaphus</i>)												
	Avrasya su samuru (<i>Lutra lutra</i>)												
	Avrupa Karacası (<i>Capreolus capreolus</i>)												
	Avrupa yer sincabı (<i>Spermophilus citellus</i>)												
	Batı Barbastelle (<i>Barbastella barbastellus</i>)												
	Benekli kocarca (<i>Vormela peregusna</i>)												
	Büyük kulaklı yarası (<i>Myotis bechsteinii</i>)												
Sürüngen	Yaban domuzu (<i>Sus scrofa</i>)												
	Burun Boynuzlu Engerek (<i>Vipera ammodytes</i>)												
	Damalı su yılanı (<i>Natrix tessellata</i>)												

Habitat ve Ekolojik İstek

Orman alanlar
 Sulak alanlar (iç)
 Tarım alanları
 Çayır

Kırmızı Liste

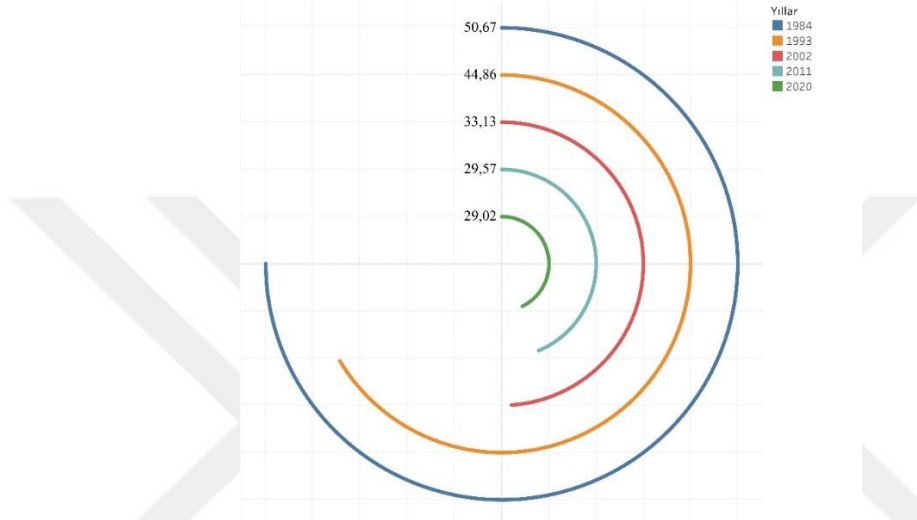
Aşgari Endişe (LC)
 Nesli tükenmekte (EN)
 Savunmasız (VU)
 Yakın tehdit (NT)

Besin Zinciri

Bitki
 Böcek
 Balık
 Kuş
 Sürüngen/Yılan
 Küçük memeli
 Büyük memeli
 İnsan

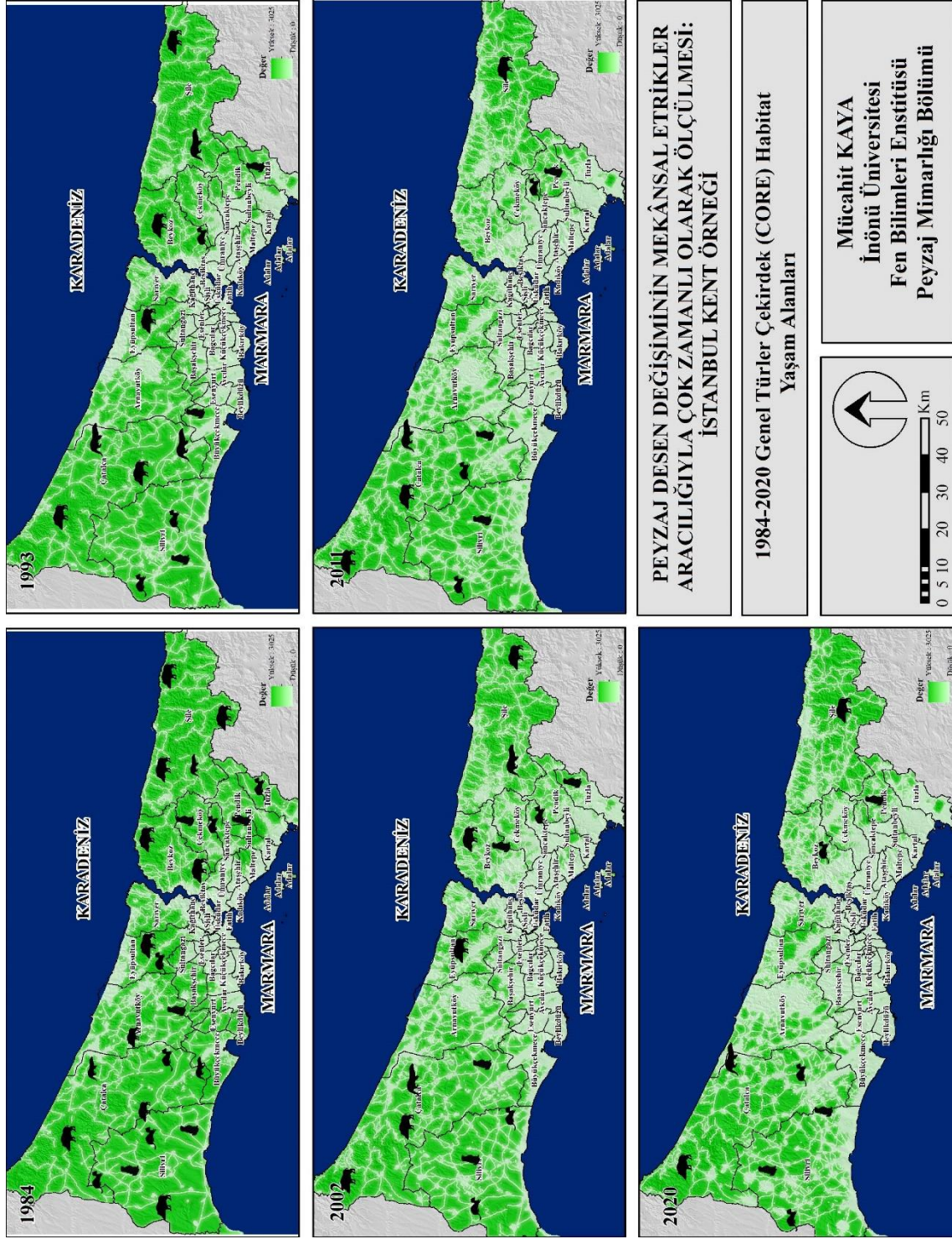
Şekil 4.21 : İstanbul kentinde bulunan IUCN türlerin habitat uygunluk tablosu.

İstanbul kentinde bulunan IUCN türlerinden (Şekil 4.21) Avrasya su samuru (*Lutra lutra*), Avrupa yer sincabı (*Spermophilus*), benekli kokarca (*Vormela peregusna*) ve yaban domuzu (*Sus scrofa*) gibi memeli türlerinin habitat yaşam alanlarını 1984-2020 yılları arasında 36 yıllık 5 periyodu incelenmiştir. Bu türlerin yıllar içindeki habitat yaşam alanlarının oranı 1984'te yaklaşık %51 ve alansal olarak yaklaşık 1792 km² 1993'te %45 2002'de %33 2011'de %30 ve 2020'de yaklaşık 582 km²'lik alanla %29 orana sahip olduğu Şekil 4.22 ve 4.23'de görülmektedir.



Şekil 4.22 : Genel habitat alanlarının 1984-2020 yılları arasındaki oransal azalışı.

Bu türler için habitat yaşam alanları belirlenirken habitat ve ekolojik istekler doğrultusunda ve türlerin dolaşım alanları dikkate alınarak değerlendirilmiştir. İstanbul'da tüm peyzaj geneli incelendiğinde habitat yaşam alanları alansal olarak yaklaşık %207 oranında azalış göstermektedir. Kentin hem Avrupa hem de Anadolu tarafında yapay yüzeyler kategorisindeki artış habitat alanlarındaki parçalanma ve yok olma süreçlerini hızlandırmaktadır. Bu azalışla beraber dolaşım alanları fazla olan türler diğer türlere göre nispeten daha fazla etkilenmektedir. Alansal habitat kayıpları ve habitat parçalanmaları habitat miktarıyla beraber habitat kalitesini de etkilemektedir. Habitat alanlarındaki azalış ve habitat kalitesi biyoçeşitlilik kayıplarının en önemli tetikleyicilerindendir.

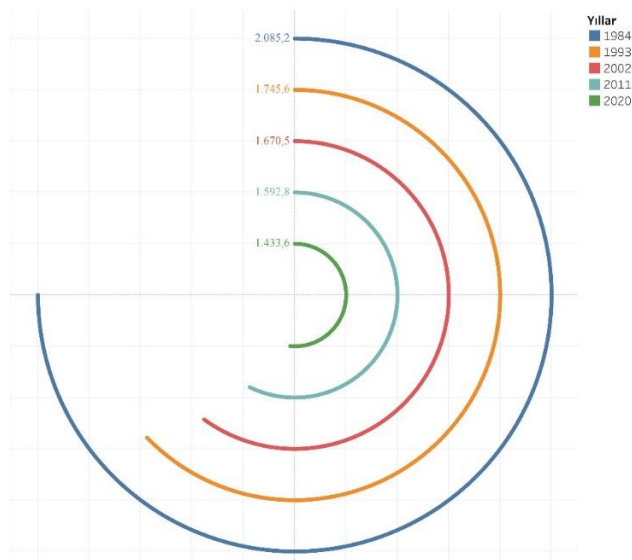


Şekil 4.23 : Genel türlerin 1984-2020 yılları arasında habitat alan kaybı haritaları.

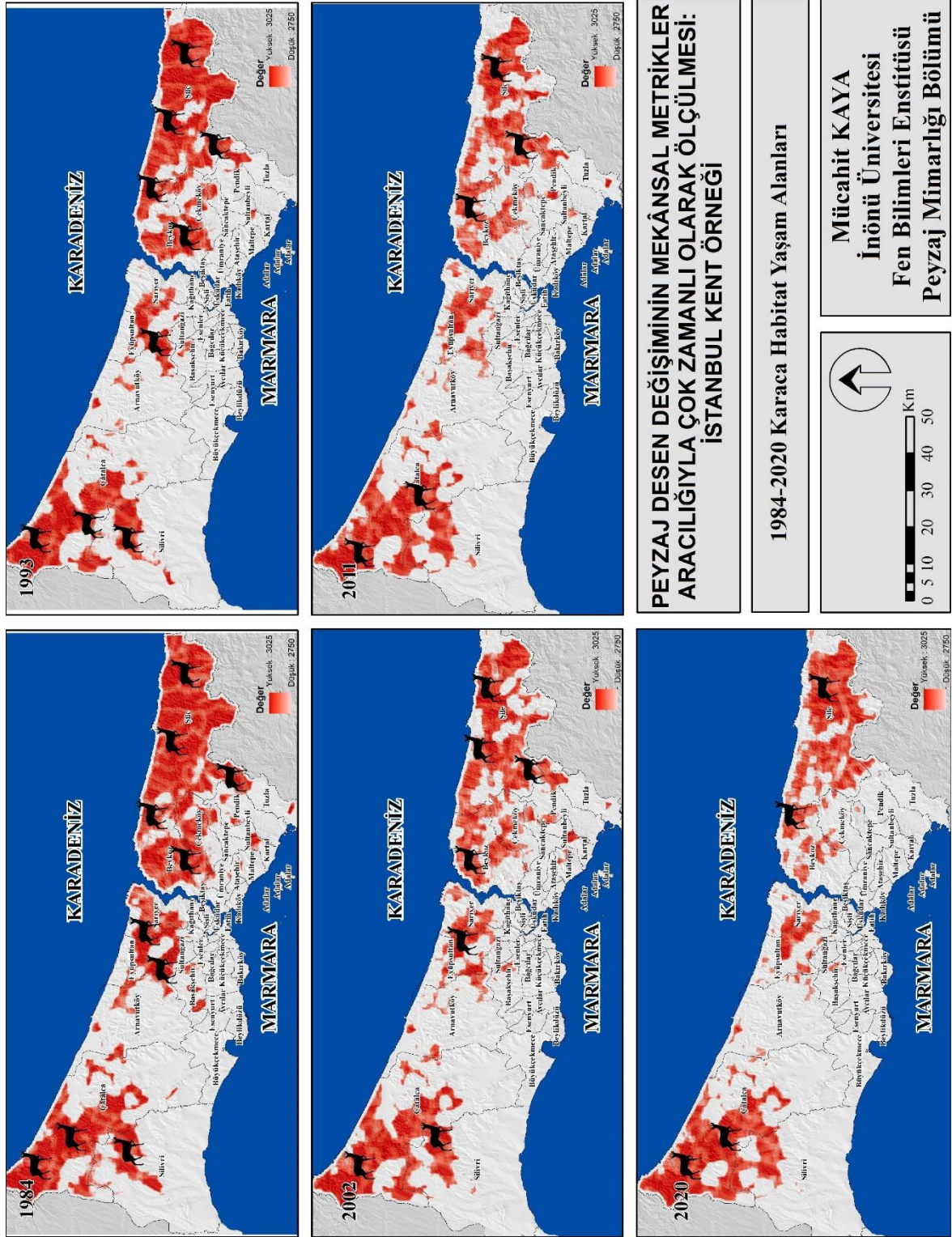
4.3 Karaca Habitat Yaşam Alanlarının Belirlenmesi

İstanbul kentinde 1984 ve 2020 yılları arasında yaşayan karaca (*Capreolus capreolus*) türünün habitat yaşam alanı literatür taraması ve örnek çalışmalar incelenerek (yaklaşık 2,75 km²); türün dolaşım alanı, ekolojik istek ve habitat isteklerine göre belirlenmiştir (Şekil 4.21). İstanbul kentinde yaşayan karaca türünün 1984-2020 yılları arasında 36 yıllık 5 periyodu incelendiğinde 1984'te yaklaşık 2085 km²'lik habitat yaşam alanı varken bu değer 1993'te yaklaşık 1745 km²'ye, 2002'de yaklaşık 1670 km²'ye, 2011'de yaklaşık 1593 km²'ye ve 2020 yılında yaklaşık 1433 km²'ye kadar düşüş göstermiştir (Şekil 4.24). Çoğunlukla orman alanlarında yaşayan karacaların yıllar içinde habitat alanlarının %45,5'ini kaybetmiştir.

1984 ve 2020 yılları arasında İstanbul kentinin Avrupa yakasında Arnavutköy'ün doğusu, Eyüp, Sarıyer ve Sultangazi'de yaşanan orman kayıpları ve parçalanmaları 2020'de karacanın bu alanlarda yok olmasına neden olmuş olabilir. Ayrıca Silivri kuzeyindeki ve Çatalca ilçelerinde yaşanan orman parçalanmaları ve kayıpları tür sayısında azalmalara neden olduğu düşünülmektedir. Kentin Anadolu yakasında bulunan kuzey ve kuzey doğusunda bulunan orman alanlarındaki parçalanma ve yok olmalar Beykoz, Çekmeköy ve Şile'nin batısındaki alanlarda tür sayısında azalışa ve yok olmaya neden olmaktadır (Şekil 4.25). Ayrıca habitat kayıpları türün dağılımını, besin zincirindeki av/avcı diğer türleri, biyoçeşitlilik kayıplarına, tür sayısının azalmasına ve en sonunda da türün yok olmasına varacak sorunlara neden olabilmektedir.



Şekil 4.24 : İstanbul kentinde Karaca türü 1984-2020 yılları arasındaki alansal habitat kaybı.



Şekil 4.25 : Karaca türü 1984-2020 yılları arasında habitat alan kaybı haritaları.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kentler, günümüzde hem tarımsal hem de tarım dışı üretim dağıtım ve denetim işlevlerinin toplandığı ve dünya nüfusunun yarısından fazlasına ev sahipliği yapan tarihsel, toplumsal, ekonomik ve ekolojik niteliğe sahip insan baskın bir sosyo-ekosistemdir (Cengiz, 2019). Bu sosyo-ekosistem dünya genelinde özellikle sanayi devrimi ile birlikte ortaya çıkan farklı uzmanlık alanlarının getirdiği istihdam alanları, kültürel ve ekonomik bir odak/cazibe merkezi olma özelliği nedeniyle içinde barındırdığı nüfusun hızla artması ve yığılması sonucunda merkezden çepere doğru hızla genişleyerek kent çeperinde kalan üretken peyzajların (tarım ve orman desenleri) hızla yapılı çevreye dönüşmesine neden olarak hem yerel ölçekte hem de küresel ölçekte bir takım ekolojik içerikli sorunların oluşmasına neden olmaktadır (Ji ve diğ, 2006; Chikowore ve Willemse, 2017). Türkiye gibi ülkelerde ise kentsel nüfus artışı ve buna paralel olarak ortaya çıkan kentsel genişleme süreci 1950’li yıllarda tarımda makineleşme süreciyle başlayarak 1980’li yıllarda dünya genelinde ortaya çıkan neoliberal politikaların ortaya çıkmasıyla ivme kazanmıştır *(1980’li yıllar Türkiye’de kırsal ve nüfusun ilk kez eşitlendiği tarihtir. Bu tarihten itibaren kentsel nüfus ülke sathında artmaya devam ederek günümüzde toplam nüfusun yaklaşık TÜİK’e (2020) göre %93 Dünya Bankası’na (2020) göre %76’sı kentsel alanlarda yaşamaktadır)*. 40 yıllık bir süre zarfında ülke genelinde yaşanan kırsal nüfusun kentsel nüfusa dönüşüm hızı ve buna paralel olarak hızla büyüyen kentler arasında İstanbul 15.519.267 kişilik nüfusuyla hem Türkiye’nin en büyük kenti olma özelliği hem de Dünya’nın en büyük 22. kenti olması sebebiyle hızlı nüfus artışı ve kentsel büyümenin yarattığı sosyo-ekonomik ve ekolojik içerikli sorunların yoğun bir şekilde yaşandığı bir kent olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktadan hareketle bu tez çalışması Türkiye’nin en büyük kenti olan İstanbul’da hem nüfus hem de kentsel büyüme hızının en yüksek olduğu 1980’li yıllardan günümüze kadar geçen süre zarfında kentsel arazi kullanım değişiminin peyzaj deseni üzerindeki etkisini peyzaj metrikleri kullanarak ölçerek peyzaj desen değişiminin çok zamanlı olarak açıklanması üzerine odaklanmaktadır. Bu bağlamda tez çalışması sonucunda arazi kullanımı/örtüsü değişimi, peyzaj desen değişimi, habitat değişimi, mega projelerin peyzaj üzerindeki etkisi gibi İstanbul kentine özgü bulgular üretilmiştir.

İstanbul'da arazi kullanımı/örtüsü değişiminin en önemli nedeni peyzaj genelinde 1984 ve 2020 yılları arasında %200 oranında artış gösteren yapay yüzeyler kategorisinin artmasıdır. 2020 yılına gelindiğinde yapay yüzeyler kategorisi tüm peyzajın yaklaşık %23'ünü kaplamakta ve İstanbul'da gerek alan gerekse de derişiklik noktasında peyzajı temsil eden ana unsur haline gelmiştir. Yapay yüzeyler kategorisi detay ölçekte (düzey 2) incelendiğinde 2020 yılında yaklaşık 1292 km²'lik yapay yüzey alanları kategorisinin yaklaşık %80'i kentsel dokudan (sürekli ve kesintili kentsel doku) oluşmaktadır. 1984 ve 2020 yılları arasında kentsel dokuda %234,5 oranında artış yaşanırken bu tarihler arasında nüfus %170,5 oranında artmıştır. Başka bir ifadeyle 1984 ve 2020 yılları arasında kentsel dokunun artış hızı, nüfus artış hızından yaklaşık 1,35 daha hızlı gerçekleşmektedir. Diğer taraftan kentsel büyüme ve nüfus artışı arasındaki eşitlik dikkate alındığında tez çalışmasının materyal bölümünde verilen lineer regresyon tekniğiyle üretilen ve R² değeri 0,99 üzerinde olan nüfus grafiğine göre 2030 yılında 18.064.000 kişiye ulaşacak İstanbul'da kentsel doku yaklaşık 191 km² artarak 1483 km²'ye ulaşacaktır. Bu projeksiyonun gerçekleşmesi durumunda kentsel dokunun tüm peyzaj alanının (5455 km²) yaklaşık %27'sini kaplayacağı ve bu durumun gelecekte arazi talebini artırarak tarım ve orman alanları üzerindeki baskıyı daha da arttıracığı söylenebilir. Ayrıca 1984 ve 2020 yılları arasında tarım alanları alansal olarak yaklaşık %24,7 azalmıştır. Bu durum İstanbul'da tarımın ekonomideki payının 36 yıllık periyotta yaklaşık %25 oranında azaldığı ifade etmektedir. Başka bir ifadeyle bu tarihler arasında İstanbul'da yaşayan nüfusun tarımsal ürünlere ulaşmadaki birim maliyetlerinin arttığı söylenebilir. Benzer şekilde 1984 ve 2020 yılları arasında orman alanları alansal olarak yaklaşık 527 km² azalması orman alanları tarafından regüle edilen hava kalitesi, karbon döngüsü, su havzaları, kentsel ısı adası, biyoçeşitlilik vb. gibi pek çok ekosistem hizmetinde bozulmaya yol açmıştır. Başka bir ifadeyle nüfusta yaşanan bir kişilik artış sonucunda kentsel dokuda yaşanan 1 birim artış orman alanların 0,73, tarım alanlarının 0,42 azalmasına/bozumununa neden olarak ekosistem servislerinin bozulmasına neden olmaktadır. Ayrıca bu tarihler arasında kentsel açık ve yeşil alanlar kategorisinde yaşanan yaklaşık 17 km²'lik alansal azalış kent içindeki geçirimsiz yüzeylerin artmasına neden olarak yeraltı su rejiminin bozunumu ve kentsel ısı adalarının oluşumu gibi etkilere neden olmaktadır. Genel bir değerlendirme yapılacak olursa İstanbul'da 36 yıllık periyotta yaşanan arazi kullanımı/örtüsü değişimi kentsel arazi kullanımı bağlamında ortaya çıkmakta ve neredeyse diğer arazi kullanımı/örtüsü tiplerinin tamamını olumsuz olarak etkilemektedir.

İstanbul'da peyzaj desen değişimi, 1984 ve 2020 yılları arasında değerlendirildiğinde yapay yüzeyler (özellikle kentsel doku) kategorisinde güneyde Marmara Denizi, kuzeyde Karadeniz'in sınırlayıcı olduğu parçalı ve kompakt (derişik) büyüme deseni görülmektedir. Kent Anadolu yakasında kuzey ve güney doğu yönünde bir büyüme gösterirken, Avrupa yakasında batı, kuzeybatı ve kuzey yönünde bir büyüme eğilimindedir. Kentsel dokunun büyüme deseni Anadolu yakasında karakteristik olarak doğu ve güney istikametinde gerçekleşirken (en yoğun) Avrupa yakasında 2011 yılına kadar batı, güney ve kuzey istikametinde gerçekleşen büyüme deseni 2011 yılından sonra yoğunluklu bir şekilde kuzey istikametine yönelmiştir. Bu durumun en önemli nedeni 3. Havalimanının kentsel büyüme yönü açısından bir cazibe noktasına dönüşmesidir. İstanbul'da hem Anadolu hem de Avrupa kıtasında kentsel dokunun büyüme deseninin yönü üzerindeki en önemli etken büyük devlet yatırımlarıdır. Ortaköy-Beylerbeyi güzergahını birleştiren 1973 yılında tamamlanan 15 Temmuz Şehitler Köprüsü'nün (Boğaziçi Köprüsü) inşası sonrasında boğaz üzerinde kuzey istikametinde 1988 yılında yapımı tamamlanan Fatih Sultan Mehmet Köprüsü ve 2016 yılında yapımı tamamlanan Yavuz Sultan Selim Köprüsü kentsel ana çekirdeğin hem Anadolu, hem de Avrupa yakasında kuzey istikametine doğru saçaklanmasına neden olmuştur. Başka bir ifadeyle İstanbul'da hem Avrupa hem de Anadolu yakasında 1984 ve günümüz arasında devlet destekli gerçekleştirilen mega projeler (Fatih Sultan Mehmet Köprüsü, Yavuz Sultan Selim Köprüsü ve bağlantı yolları ve 3. Havalimanı) İstanbul kentinin kuzey istikametine doğru genişlemesi noktasında bir çekim alanı olarak oluşturarak özellikle orman ekosisteminin yok olmasına neden olmuştur. 1984 ve 2020 yılları arasında yaşanan 527 km²'lik orman alan azalışının yaklaşık %70'i kentin kuzey bölümünde yaşanmaktadır. Ayrıca orman alanlarında yaşanan alansal azalış yanında orman alanlarında yıllar içerisinde en büyük leke indeksi, kümelenme ve çekirdek alan oluşturma indeksleri küçülürken, lekelenme sayısı, kenar uzunluğu ve şekilsel karmaşa artış göstermektedir. Bu durum orman alanlarında delinme, parçalanma ve yok olma süreçlerinin birlikte yaşandığını ortaya koymaktadır. 1984 ve 2020 yılları arasında tarım alanlarındaki değişim ise çoğunlukla Avrupa yakasının güney – güneybatı bölümünde kıyı bölgesine yakın olarak gözlenmektedir. Orman alanlarında yaşanan değişim dinamiklerinden farklı olarak bu bölgelerde tarım alanları üzerinde yaşanan değişim devlet destekli projelerden ziyade özel sektör tarafından gerçekleştirilen konut projeleri yolu ile gerçekleşmektedir. Ayrıca tarım alanlarında yaşanan alansal azalış yanında tarım alanlarında yıllar içerisinde en büyük leke indeksi, kümelenme ve çekirdek alan oluşturma indeksleri küçülürken, lekelenme sayısı ve

kenar uzunluğu artış göstermektedir. Bu durum tarım alanlarında da delinme, parçalanma ve yok olma süreçlerinin birlikte yaşandığını ortaya koymaktadır.

İstanbul'da habitat parçalanması ve kaybı; İstanbul il ölçeğinde IUCN kırmızı listeden seçilmiş 10 kuş türü, 8 memeli türü ve 2 sürüngen türü olmak üzere toplamda 20 fauna türü için literatür araştırmaları ve IUCN fauna tür bilgi föylerinden elde edilen yaşam alanı standartları, dolaşım alanı ve habitat-ekolojik istekleri göz önünde bulundurularak 1984 ve 2020 yılları arasını kapsayan 5 dönem için habitat alanları belirlenmiş ve belirlenen alanlar peyzaj metrikleri ile ölçülmüştür. Buna göre 1984 ve 2020 yılları arasında seçilmiş türlerin yaşayabileceği habitat alanları $\sim 4802,83 \text{ km}^2$ 'den $3971,82 \text{ km}^2$ 'ye gerileyerek yaklaşık %21 oranında azalış göstermiştir. Ayrıca bu dönemler arasında habitat alanlarında yaşanan alansal kaybın dışında bu alanlarda delinme ve parçalanma süreçlerinin ortaya çıktığını ve bazı habitat lekelerinin yapay yüzeyler ile çevrilerek izole olduğu tespit edilmiştir. Habitat alanlarında meydana gelen bu süreçlerin hem Avrupa hem de Anadolu yakasında kuzey ormanlarını da içine alan bölümde gerçekleştiği ve bu süreçlerin hızlanmasında kuzey çevre yolu ve 3. Havalimanı gibi yatırımların rol oynadığı tespit edilmiştir. Habitat parçalanması ve habitat kaybının özellikle *Capreolus capreolus* (karaca) gibi görece serbestiyet derecesi yüksek olan tür bazında yapılan analizlerde (yaşam alanı $\sim 2.75 \text{ km}^2$) ise 1984 ve 2020 yılları arasında uygun habitat alanlarının yaklaşık %45,5'ini kaybettiği ve diğer türlerde de gözlemlendiği gibi habitat kayıplarının mega projelerin hayata geçirildiği kuzey istikametinde yoğunlaştığı ve benzer şekilde mega projelere bağlantı yollarının da habitat parçalanmalarına neden olduğu görülmektedir. Ayrıca 2020 yılında Avrupa yakasında bulunan Eyüpsultan ve Sarıyer ilçelerinde *Capreolus capreolus* için yaklaşık 80 km^2 'lik habitat alanı büyüklük kriterini karşılamasına karşın su kaynaklarının yetersizliği ve diğer habitat lekelerinden ulaşım ağları ve kentsel doku ile sınırlandırılarak izole olması sebebiyle habitat özelliğini kaybetme tehdidi ile karşı karşıyadır. 2020 yılında bu tür için en uygun bölgeler Avrupa yakasında Çatalca ilçesinin kuzeybatısı ve Silivri ilçesinin kuzeyindedir. Anadolu yakasındaki habitat alanları Avrupa yakasına göre daha kompakt ve bağlantılı niteliktedir. İstanbul'da devlet destekli gerçekleştirilen büyük projeler ve projelerin yarattığı çekim sonucunda kentin kuzey istikametine doğru hareketi peyzaj genelinde habitat kayıplarının ve heterojenitenin en yüksek gözlemlendiği alanları yaratmaktadır.

Araştırma bulgularına ilişkin genel bir değerlendirme yapıldığında 1984 ve 2020 yılları arasında arazi kullanımı/örtüsü değişimi bağlamında ortaya çıkan sonuçlar her iki yakada da İstanbul'un kuzey bölümlerinde orman alanların zamanla yok olduğunu ve bu alanların

habitat işlevlerini zamanla kaybettiğini ortaya koymaktadır. Ayrıca kentin Avrupa yakasının Marmara bölümünde bulunan tarım alanların da kentsel büyümeden yoğun bir şekilde etkilendiği görülmektedir. Hem tarım alanlarında hem de orman alanlarında yaşanan bu dönüşüm İstanbul genelinde bir yandan biyoçeşitlilik sıcak noktalarını ve türlerin dolaşım alanlarını sınırlayarak türlerin yok olma süreçlerini hızlandırmakta, diğer taraftan geçirimsiz yüzeylerin artması sonucunda kentin biyoklimatik konforunun bozulmasına ve tarımsal üretimin azalması sonucunda ucuz ve güvenilir gıdaya ulaşımın zorlaşması gibi birbiri ile bağlantılı sosyo-ekonomik ve ekolojik bir dizi problemin ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Ayrıca İstanbul için gündemde olan Kanal İstanbul Projesinin ve kanal etrafında kurulması planlanan 500.000 kişilik yeni konut alanlarının geçirimsiz yüzeyleri artırması, peyzaj genelinde halihazırda zayıf bağlantılılığın yok olması, mevcutta durumda parçalanma ve yok olma eğilimindeki habitatlar üzerinde baskının daha da artması ve özellikle halihazırda parçalı tarımsal desenin yok olma sürecinin hızlandırması gibi sorunlar yaratarak 1980’li yıllarda günümüze kadar zaten sosyo-ekonomik ve ekolojik içerikli sorunların merkezinde olan İstanbul’da sorunların daha da kronikleşmesine sebep olacaktır.

Sonuç olarak bu tez çalışmasında İstanbul’da 1984 ve 2020 yılları arasında çoğunlukla kentsel arazi kullanımı bağlamında meydana gelen arazi kullanımı/örtüsü değişiminden kaynaklanan peyzaj desen değişimi mekânsal metrikler üzerinden çok zamanlı olarak belirlenmiş ve ekosistem üzerindeki baskı peyzaj ekolojisi perspektifi ile açıklanarak bugünkü arazi kullanım politikalarını belirleyen plan aktörlerin nelere dikkat etmesi gerektiğine dikkat çekilmiştir. Bu bağlamda araştırmada kullanılan yöntem ve teknik yaklaşımlar, bir zaman aralığında arazi kullanımı/örtüsü değişiminin peyzaj desenini nasıl, ne yönde, ne kadar ve ne zaman etkilediğinin ölçülebilir ve karşılaştırılabilir nitelikte ortaya konulmasına yardımcı olmuştur. Tezin ortaya koyduğu bulgular göstermektedir ki Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri teknolojilerinde yaşanan gelişmeler peyzajların uzun dönemli izlenerek değişim eğilimlerinin yarattığı ekolojik etkilerin anlaşılması gibi fırsatlar sunarak kaynak yöneticilerinin sürdürülebilir mekânsal planlama yaklaşımları geliştirmelerine olanak tanımaktadır.

KAYNAKLAR

- A. Botequilha Leitão., J. Miller., J. Ahern. ve K. McGarigal.** (2006). *Measuring Landscapes: A Planner's Handbook. Landscape Ecology*. Washington, D.C.: Island Press.
- Abdolalizadeh, Z., Ebrahimi, A. ve Mostafazadeh, R.** (2019). Landscape pattern change in Marakan protected area, Iran, *Regional Environmental Change*, (19), 1683-1699.
- Ansari, A. ve Golabi, M.** (2019). Prediction of spatial land use changes based on LCM in a GIS environment for Desert Wetlands – A case study: Meighan Wetland, Iran. *International Soil and Water Conservation Research*, 7(1), 64-70.
- Antrop, M.** (1997). Landscape change : Plan or chaos? *Landscape and Urban Planning*, 41, 155-161.
- Antrop, M.** (2003). Why landscapes of the past are important for the future. *Landscape and Urban Planning*, 70, 21-34.
- Avrupa Birliği Komisyonu.** (1990). Green Paper on The Urban Environment, EU Commision, Brüksel.
- Baker, L.A., Hope, D., Xu, Y., Edmonds, J. ve Lauver, L.** (2001). Nitrogen balance for the central arizona-phoenix (Cap) Ecosystem. *Ecosystems* 4(6); 582–602.
- Birleşmiş Milletler.** (2014). 25 Temmuz 2021, 2014 revision of the World Urbanization Prospects: *Department of Economic and Social Affairs*, Population Division, <https://www.un.org/en/development/desa/publications/2014-revision-world-urbanization-prospects.html>
- Birleşmiş Milletler.** (2018). 25 Temmuz 2021, 2018 Revision of World Urbanization Prospects, <https://www.un.org/en/development/desa/publications/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>
- Breuste, J., Feldmann, H. ve Uhlmann, O.** (1998). *Urban Ecology*. Springer, Berlin.
- Brooks, T., Mittermeier, R., Mittermeier, C., Fonseca, G., Rylands, A., Konstant, W., Flick, P., Pilgrim, J., Oldfield, S., Magin, G. ve Hilton-Taylor, C.** (2002). Habitat Loss and Extinction in the Hotspots of Biodiversity, *Conservation Biology*, 16, 909-923.
- Bürgi, M., Hersperger, A.M. ve Schneeberger, N.** (2005). Driving forces of landscape change - current and new directions. *Landscape Ecology*, 19, 857-868.
- Cengiz, S.** (2019). Kentsel Büyüme Dinamiklerinin Modellenmesi: Ankara Kenti Simülasyonu (Doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Cengiz, S., Atmış, E. ve Görmüş, S.** (2019). The impact of economic growth oriented development policies on landscape changes in Istanbul Province in Turkey. *Land Use Policy*, 87, 104086.
- Chakraborti, S., Das, D.N., Mondal, B., Shafizadeh-Moghadam, H. ve Feng, Y.** (2018). A neural network and landscape metrics to propose a flexible urban growth boundary: A case study, *Ecological Indicators*, 93, 952-965.
- Chikowore, T. ve Lodene Willemse,** (2017). Identifying The Changes İn The Quality Of Life Of Southern African Development Community (SADC) Migrants İn South Africa From 2001 To 2011, *South African Geographical Journal*, 99(1), 86-112.

- Collinge, S. ve Forman, R.** (1998). A conceptual model of land conversion processes: predictions and evidence from a microlandscape experiment with grassland insects, *Oikos*, 82, 66-84.
- Deng, Z., Cao, J. ve Hu, Y.** (2020). Spatial and Temporal Evolution Of Landscape Pattern In Downtown Area Of Jixi City, China, *European Journal of Remote Sensing*, 53(1), 104-113.
- Dünya Bankası.** (2020). 25 Temmuz 2021, Urban Development, <https://www.worldbank.org/en/topic/urbandevelopment/overview>.
- Fahrig, L.** (2003). Effects of Habitat Fragmentation on Biodiversity, *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 34, 487-515.
- Fahrig, L.** (2017). Ecological Responses to Habitat Fragmentation Per Se. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48, 1-23.
- Farina, A.** (2000). The cultural landscape as a model for the integration of ecology and economics. *BioScience*, 50(4), 313-320.
- Farina, A.** (2009). Ecology, Cognition and Landscape: Linking Natural and Social Systems.
- Fath, B.** (2008). *Anthropogenic landscapes: Encyclopedia of Ecology*. Elsevier Science.
- Federal Interagency Stream Restoration Working Group (US).** (1998). Stream corridor restoration: *Principles, processes, and practices*. National Technical Info Svc.
- Feng, Y., Liu, Y. ve Tong, X.** (2018). Spatiotemporal variation of landscape patterns and their spatial determinants in Shanghai, China, *Ecological Indicators*, (87), 22-32.
- Feyisa, G.L., Meilby, H., Fensholt, R. ve Proud, S.** (2014). Automated Water Extraction Index: A new technique for surface water mapping using Landsat imagery, *Remote Sensing of Environment*, 140, 23-35.
- Flowers, B., Huang, K. ve Aldana, G.O.** (2020). Analysis of the Habitat Fragmentation of Ecosystems in Belize Using Landscape Metrics, *Sustainability*, 12.
- Forman, R.** (1995). Some general principles of landscape and regional ecology, *Landscape Ecology*, 10, 133-142.
- Forman, R. T. ve Godron, M.** (1986) Some general principles of landscape and regional ecology. *Landscape ecology*, 10(3), 133-142.
- Fortin, M. J. ve Dale, M. R. T.** (2005). *Spatial Analysis: A Guide for Ecologists*. New York, NY: Cambridge University Press.
- Gergel, S. E. ve Turner, M. G. (Eds.).** (2017). *Learning landscape ecology: a practical guide to concepts and techniques*. Springer.
- Ghosh, S.** (2019). A City Growth and Land-Use/Land-Cover Change: A Case Study Of Bhopal, India, *Modeling Earth Systems and Environment*, 5(4), 1569-1578.
- Gillies, R., Box, J.B., Symanzik, J. ve Rodemaker, E.J.** (2003). Effects Of Urbanization On The Aquatic Fauna Of The Line Creek Watershed, Atlanta—A Satellite Perspective, *Remote Sensing of Environment*, (86), 411-422.
- Görmüş Cengiz, S., Yılmaz, B. ve Cengiz, S.,** (2019). Malatya Kentinde Peyzaj Altyapısına İlişkin Araştırmalar, *Peyzaj Araştırmaları ve Uygulamaları Dergisi*, 1(2), 10-15.
- Görmüş S.** (2012). Korunan alanlarda peyzaj karakter analizi: Kastamonu-bartın küre dağları milli parkı örneği (Doktora tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Guan, D., Li, H., Inohae, T., Su W., Nagaie T. ve Hokao, K.** (2011). Modeling Urban Land Use Change By The İntegration Of Cellular Automaton and Markov Model, *Ecological Modelling*, 222(20-22), 3761-3772.
- Gustafson, E.** (1998). Quantifying Landscape Spatial Pattern: What Is the State of the Art? *Ecosystems*, 1, 143-156.

- Hadley, A. ve Betts, M.** (2016). Refocusing Habitat Fragmentation Research Using Lessons from the Last Decade, *Current Landscape Ecology Reports*, 1, 55-66.
- Han, H., Lai, S., Dang, A., Tan, Z. ve Wu, C.** (2009). Effectiveness of Urban Construction Boundaries in Beijing: an Assessment, *Journal Of Zhejiang University Science A*, 1285-1295.
- Harris, L. ve Sanderson, J.** (1999). Landscape Ecology : A Top Down Approach.
- Huang, J., Lu, X.X. ve Sellers, J.M.** (2007). A global comparative analysis of urban form: Applying spatial metrics and remote sensing, *Landscape and Urban Planning*, 82(4), 184-197.
- Jetz, W., Mcpherson, J.M. ve Guralnick, R.** (2012). Integrating biodiversity distribution knowledge: toward a global map of life, *Trends in ecology ve evolution*, 27, 151-159.
- Jetz, W., Wilcove, D. ve Dobson, A.** (2007). Projected Impacts of Climate and Land-Use Change on the Global Diversity of Birds, *PLoS Biology*, 5.
- Ji, W., Ma, J., Twibell, W. R. ve Underhill, K.** (2006). Characterizing Urban Sprawl Using Multi-Stage Remote Sensing Images and Landscape Metrics, *Computers, Enviroment and Urban Systems*, 30(6), 861-879.
- Jiao, M., Hu, M. ve Xia, B.** (2019). Spatiotemporal dynamic simulation of land-use and landscape-pattern in the Pearl River Delta, China. *Sustainable Cities and Society*, 49.
- Jing, J.** (2012). Impact Analysis of Land Surface Temperature(LST) Based on Land Use Change in Beijing. *Remote Sensing Information*.
- Kingsland, S. E.** (1995). Modeling Nature. Chicago, IL: University of Chicago Press.
- Li, J., Rodriguez. D. ve Tang, X.** (2017). Effects Of Land Lease Policy On Changes In Land Use, Mechanization And Agricultural Pollution, *Land Use Policy*, 64, 405-413.
- Li, J., Song, C., Cao, L., Zhu, F., Meng, X. ve Wu, J.** (2011). Impacts Of Landscape Structure On Surface Urban Heat Islands: A Case Study Of Shanghai, China, *Remote Sensing of Environment*, (115), 3249–3263.
- Luck, M. ve 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.
- Macedo, M., DeFries, R., Morton, D., Stickler, C., Galford, G. ve Shimabukuro, Y.** (2012). Decoupling of deforestation and soy production in the southern Amazon during the late 2000s, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 109.
- Magidi, J. ve Ahmed, F.** (2019). Assessing urban sprawl using remote sensing and landscape metrics: A case study of City of Tshwane, South Africa (1984–2015), *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 22(3), 335-346.
- McDonnell, M.J., Pickett, S., Groffman, P. ve Bohlen, P.** (1997). Ecosystem processes along an urban-to-rural gradient, *Urban Ecosystems*, 1; 21–36.
- McGarigal, K.** (2015). Introduction to Landscape Ecology (2015) (Erişim tarihi Mayıs 1, 2021) <http://www.umass.edu/landeco/about/landeco.pdf>
- Mueller-Dombois, D. ve Ellenberg, H.** (1974). Aims and Methods of Vegetation Ecology. New York, NY: John Wiley & Sons.
- O'Neill, R., Krummel, J., Gardner, R., Sugihara, G., Jackson, B., DeAngelis, D., Milne, B., Turner, M., Zygmunt, B., Christensen, S.W., Dale, V. ve Graham, R.** (1998). Indices of landscape pattern, *Landscape Ecology*, 1, 153-162.

- Patel, S.K., Verma, P. ve Singh, G.S.** (2019). Agricultural growth and land use land cover change in peri-urban India, *Environmental Monitoring and Assessment*, (191), 600.
- Pinto-Correia, T. ve Mascarenhas, J.M.** (1999). Contribution to the extensification/intensification debate: new trends in the Portuguese montado. *Landscape and Urban Planning*, 46(1-3), 125-131.
- Ries, L., Fletcher, R., Battin, J. ve Sisk, T.** (2004). Ecological Responses to Habitat Edges: Mechanisms, Models, and Variability Explained, *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 35, 491-522.
- Sala, Osvaldo E., ve diğ.** (2000). Global Biodiversity Scenarios for the Year 2100, *Science*, 287(5459), 1770-1774.
- Sapena, M. ve Fernández, L.Á.** (2020). Identifying urban growth patterns through land-use/land-cover spatio-temporal metrics: Simulation and analysis, *International Journal of Geographical Information Science*, 35(2), 375-396.
- Sarı, E.** (2020). İstanbul Kuzey Ormanları'nda Zamansal ve Mekansal Değişimlerin Uydu Görüntüleri ve Peyzaj Metrikleri ile Analizi (Yüksek lisans tezi). <https://tez.yok.gov.tr/UlusalTezMerkezi>.
- Shen, G., Abdoul, N.I., Zhu, Y., Wang, Z. ve Gong, J.** (2016). Remote sensing of urban growth and landscape pattern changes in response to the expansion of Chongming Island in Shanghai, China, *Geocarto International*, (32), 488-502.
- Shi, Y., Song, H., Shang, M., Shao, M. ve Lei, H.** (2020). Analysis of Land Cover and Landscape Pattern Change in Beijing-Tianjin-Hebei Region Based on Globeland30 Data", *Journal of Geographic Information System*, (12), 241-255.
- Shifaw, E., Sha, J. ve Li, X.** (2018). Detection of spatiotemporal dynamics of land cover and its drivers using remote sensing and landscape metrics (Pingtan Island, China, *Environment, Development and Sustainability*, (22), 1269-1298.
- Spearman, L.** (2015). The Challenges of Defining Patches & Patch Dynamics in Insect Conservation Biology, *Ecology & Evolution Graduate Program, Rutgers University*, ABD.
- Statista.** (2020). 25 Temmuz 2021, Largest urban agglomerations in Europe in 2020, <https://www.statista.com/statistics/1101883/largest-european-cities>.
- 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.
- Tadese, M., Kumar, L., Koech, R. ve Kogo, B.** (2020). Mapping of land-use/land-cover changes and its dynamics in Awash River Basin using remote sensing and GIS, *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, 19.
- Tağıl, Ş., Görmüş, S. ve 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.
- Tewabe, D. ve Fentahun, T.** (2020). Assessing land use and land cover change detection using remote sensing in the Lake Tana Basin, Northwest Ethiopia, *Cogent Environmental Science*, 6(1).
- Tilman, D., Balzer, C., Hill, J.D. ve Befort, B.L.** (2011). Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 108, 20260 - 20264.
- Turner, M.** (1990). Spatial and temporal analysis of landscape patterns, *Landscape Ecology*, C.4, ss.21-30.

- Turner, M. G., Gardner, R. H., O'Neill, R. V. ve O'Neill, R. V.** (2001). Landscape ecology in theory and practice (401). Springer New York.
- TÜİK.** 25 Temmuz 2021, <https://www.tuik.gov.tr>.
- Ulusoy, A. ve Vural, T.** (2001). Kentleşmenin sosyo ekonomik etkileri. *Belediye Dergisi*, 12(7).
- Unhabitat.** (2016). 25 Temmuz 2021, World Cities Report 2016, Urbanization and Development - Emerging Futures, UN-Habitat, HS/038/16E, <https://unhabitat.org/world-cities-report>.
- Url-1**<<https://magmadergisi.com/gunun-magmasi/yeni-istanbul-kuzey-ormanlari>>, erişim tarihi 15.07.2021.
- Url-2**<<http://politeknik.org.tr/kuzey-ormanlari-muhafaza-ormani-ilan-edilsin/>>, erişim tarihi 15.07.2021.
- Url-3**<<https://ozgurdenizli.com/yagma-projeleriyle-talan-edilen-kuzey-ormanlari-can-cekisiyor-melis-alphan/>>, erişim tarihi 15.07.2021.
- Veldkamp, A. ve Lambin, E.** (2001). Predicting land-use change. *Agriculture, Ecosystems ve Environment*, 85(1-3), 1-6.
- Weber, M.** (2006). Modern Kentin Oluşumu. Bakış yayıncılık, İstanbul.
- Wilcove, D. (1985).** Nest Predation in Forest Tracts and the Decline of Migratory Songbirds. *Ecology*, 66, 1211-1214.
- Wilcove, D., Rothstein, D., Dubow, J. ve Phillips, A.** (2007). Quantifying Threats to Species in the United States: Assessing the relative importance of habitat destruction, alien species, pollution, overexploitation and disease, *BioScience*, 48(8), 607–615.
- Wu, J. ve Loucks, O. L.** (1995). From balance of nature to hierarchical patch dynamics: a paradigm shift in ecology. *Quarterly Review of Biology* 70, 439–466.
- Xing, H. ve Meng, Y.** (2020). Measuring urban landscapes for urban function classification using spatial metrics. *Ecological Indicators*, 108.

ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Mücahit KAYA

Doğum Tarihi ve Yeri :

EĞİTİM

- **Lisans** : 2019, Güzel Sanatlar ve Tasarım Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, İnönü Üniversitesi, MALATYA

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 8. Peyzaj Mimarlığı Öğrencileri Bitirme Projesi Eşdeğer Ödüller.