



**T.C.  
RECEP TAYYİP ERDOĞAN ÜNİVERSİTESİ  
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ  
PEYZAJ MİMARLIĞI ANABİLİM DALI**

**KENTSEL ISI ADALARI İLE KENTSEL YEŞİL ALANLAR  
ETKİLEŞİMİNİN PEYZAJ EKOLOJİSİ AÇISINDAN  
DEĞERLENDİRİLMESİ: RİZE BOTANİK (ZİRAAT ÇAY  
BAHÇESİ) PARKI ÖRNEĞİ**

**(Yüksek Lisans Tezi)**

**Fatmanur ESKİÇIRAK**

**Danışman  
Doç. Dr. Ali Erdem ÖZÇELİK**

**RİZE  
2023**

## KABUL VE ONAY

Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalında, Doç. Dr. Ali Erdem ÖZÇELİK danışmanlığında, Fatmanur ESKİÇIRAK tarafından hazırlanan *Kentsel Isı Adaları ile Kentsel Yeşil Alanlar Etkileşiminin Peyzaj Ekolojisi Açısından Değerlendirilmesi: Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı Örneği* adlı bu tez çalışması, 23/08/2023 tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda oy birliği ile başarılı bulunarak jürimiz tarafından **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

### Jüri Üyeleri

### Unvanı, Adı SOYADI

### İmza

Başkan

:

Prof. Dr. Turan YÜKSEK

Üye

:

Doç. Dr. Ali Erdem ÖZÇELİK

Üye

:

Doç. Dr. Derya SARI

## ETİK BEYAN

Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı Tezli Yüksek Lisans Programından mezun olmak üzere teslim ettiğim “Kentsel Isı Adaları İle Kentsel Yeşil Alanlar Etkileşiminin Peyzaj Ekolojisi Açısından Değerlendirilmesi: Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı Örneği” adlı tezim, bilim ve araştırma etiği prensiplerine riayet edilerek tarafımdan yazılmıştır.

Tez çalışmamda, başka kaynaklardan aktarılan bütün bilgi ve alıntılar, Enstitünüz Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak açıkça gösterilmiştir. Kaynağı gösterilenler dışında kalan bütün bilgiler uygun araştırma yöntemi kullanılarak tarafımdan edinilmiş ve esere bu şekilde yansıtılmıştır. Şahsıma ait olmayan hiçbir bilgi, kasıt veya kusurlar, şahsıma aitmiş gibi gösterilmemiştir. İnternet kaynakları dâhil, sahibine/kaynağına atıf yapılmaksızın hiçbir bilgi kullanılmamıştır. Aksinin ortaya çıkması halinde doğacak bütün hukuki, idari, akademik ve etik sorumluluk tarafıma ait olacaktır. Eserin tesliminden sonra herhangi bir zamanda, bilim etiğine aykırılık tespit edilmesi ve / veya eserimle ilgili intihal veya intihal şeklinde anlaşılabilecek bir durumun ortaya çıkması halinde; Üniversiteniz ve eğitim kadronuzun hiçbir şekilde sorumlu tutulmayacağını hür irademle kabul, beyan ve taahhüt ederim.

23/08/2023

**Fatmanur ESKİÇIRAK**

## ÖN SÖZ

Bu çalışmada iklim değişikliği sonucunda, özellikle daha çok insan odaklı arazi kullanımına dayalı olarak oluşan kentsel ısı adası etkisi kavramını, kent iklimiyle etkileşimini, termal konfora etkisini, ekolojik döngü içerisinde kentsel alanlarla ilişkisi ve peyzaj ekolojisi açısından değerlendirilmesi üzerinde durulacaktır.

Bu çalışmanın bu noktaya gelinceye kadarki tüm süreçlerinde yanımda olan, benden desteğini esirgemeyen, sabrından dolayı minnettar olduğum, üzerimde çokça emeği olan tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Ali Erdem ÖZÇELİK'e teşekkür ederim.

Yüksek lisans ders dönemlerinde, kendinden aldığım dersler sayesinde ufkumun genişlemesini sağlayan, engin bilgi birikiminden faydalanma şansı yakaladığım RTEÜ Peyzaj Mimarlığı Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr. Turan Yüksek hocama teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her anında dualarıyla yanımda olan güzel kalpli anneannem Fikriye KAÇALİN'e, her zaman arkamda duran dayılarım Mustafa ve Cihat KAÇALİN'e, mesai aralığımda, tezimi yazmam konusunda bana fırsat ve kolaylık sağlayan güzel kalpli işverenim, ablam Dt. Selma PARLAK'a, varlıklarından güç aldığım, yaşam enerjilerim, kardeşlerim Dilara, Kemal Mete ve Kerem Doruk ESKİÇIRAK'a, hayat varlığım, fedakarlığıyla bu zamanlara gelebilmemi sağlayan, hayatımın ilk anından itibaren elimi tutup desteğini esirgemeyen biricik annem Melek ESKİÇIRAK'a ve bana her zaman güvenip inanan, "senin isteyipte başaramayacağın hiçbir şey yok" sözüyle her zor anıma ışık olan, benimle gurur duymasından kıvanç duyduğum, her koşulda güçlü kalabilmemi öğreten, şimdilerde ise her hücremle özlediğim ve özleyeceğim Rahmetli babam Tuncay ESKİÇIRAK'a sonsuz minnet ve teşekkürlerimi sunarım.

*'Babacım, başardım..'*

Fatmanur ESKİÇIRAK  
Rize/2023

## İÇİNDEKİLER

|                                                                   |      |
|-------------------------------------------------------------------|------|
| KABUL VE ONAY .....                                               | I    |
| ETİK BEYAN.....                                                   | II   |
| ÖN SÖZ .....                                                      | III  |
| İÇİNDEKİLER .....                                                 | IV   |
| ÖZET .....                                                        | VIII |
| ABSTRACT.....                                                     | IX   |
| KISALTMALAR.....                                                  | X    |
| TABLolar LİSTESİ.....                                             | XI   |
| ŞEKİLLER LİSTESİ .....                                            | XII  |
| GİRİŞ .....                                                       | 1    |
| 1. GENEL BİLGİLER .....                                           | 4    |
| 1.1. Kent Ekolojisi ve Kentsel Yeşil Altyapı .....                | 4    |
| 1.1.1. Kentsel Yeşil Altyapı Sistemi Alt Bileşenleri.....         | 8    |
| 1.2. Kent Ekolojisi ve Küresel İklim.....                         | 12   |
| 1.3. İklim Değişikliği ve Kentlere Etkisi .....                   | 15   |
| 1.4. Kentsel Isı Adası Etkisi ve Oluşum Nedenleri.....            | 16   |
| 1.4.1. Çevresel Bileşenler.....                                   | 18   |
| 1.4.1.1. Bitki Örtüsü ve Arazi Kullanım Bozulumu .....            | 18   |
| 1.4.1.2. Kentsel Yeşil Alan Bozulumu .....                        | 19   |
| 1.4.1.3. Kentsel Ekoloji ve Ekosistem Bozulumu .....              | 20   |
| 1.4.2. Coğrafi Bileşenler .....                                   | 22   |
| 1.4.2.1. Coğrafi Konum.....                                       | 22   |
| 1.4.2.2. Topografik Özellikler .....                              | 22   |
| 1.4.2.3. Meteorolojik Bileşenler .....                            | 23   |
| 1.4.2.4. İklimsel Özellikler .....                                | 24   |
| 1.4.2.5. Antropojenik Etkiler .....                               | 25   |
| 1.4.3. Kentsel Bileşenler ve Kentleşme Etkisi .....               | 26   |
| 1.4.3.1. Kent Geometrisi ve Morfolojisi.....                      | 26   |
| 1.4.3.2. Kentsel Yığılma Yoğunluğu .....                          | 29   |
| 1.5. Kentsel Isı Adalarının Ortaya Çıkardığı Temel Sorunlar ..... | 29   |

|                                                                                                                                  |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.5.1. Çevresel Sorunlar .....                                                                                                   | 31 |
| 1.5.2. Kentsel Termal Çevre .....                                                                                                | 32 |
| 1.5.3. Peyzaj Ekolojisi.....                                                                                                     | 33 |
| 1.6. Kentsel Isı Adası Etkisinin Belirlenmesi .....                                                                              | 36 |
| 1.6.1. Leke-Koridor-Matrisleri.....                                                                                              | 36 |
| 1.6.2. Zemin Tespiti .....                                                                                                       | 37 |
| 1.6.3. Albedo Etkisi – Kent Yüzeyi .....                                                                                         | 37 |
| 1.6.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama .....                                                                        | 40 |
| 1.6.4.1. Harita Tabanlı Kentsel Yeşil Altyapı Sistemi .....                                                                      | 41 |
| 1.6.4.2. Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndeksi (NDVI) ve<br>Normalleştirilmiş Fark Yapı İndeksi (NDBI) Değerleri .....       | 43 |
| 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....                                                                                                      | 44 |
| 2.1. Materyal ve Metod .....                                                                                                     | 44 |
| 2.2. Çalışma Alanının Tanımlanması.....                                                                                          | 45 |
| 2.3. Metodoloji.....                                                                                                             | 48 |
| 2.3.1. Arazi Yüzey sıcaklık (LST) Değerlerinin Belirlenmesi.....                                                                 | 49 |
| 2.3.2. Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) ve Normalize Edilmiş<br>Yapı İndeksi (NDBI) Değerlerinin Belirlenmesi ..... | 49 |
| 2.3.3. Albedo Etki Değerlerinin Belirlenmesi.....                                                                                | 50 |
| 2.3.4. Kentsel Isı Alanları Değişimi ve Ekolojik Değerlendirme İndeksleri ..                                                     | 50 |
| 3. BULGULAR.....                                                                                                                 | 52 |
| 3.1. Rize İli Kent Merkezi Hava Sıcaklık Değişim Değerleri .....                                                                 | 52 |
| 3.1.1. Rize İli Kent Merkezi Aylık Ortalama Toplam Yağış Değişim<br>Değerleri.....                                               | 61 |
| 3.1.2. Rize İli Kent Merkezi Aylık Ortalama Nispi Nem Değişim<br>Değerleri.....                                                  | 64 |
| 3.1.3. Rize İli Kent Merkezi Aylık Ortalama Toprak Sıcaklığı (5cm Derinlikli)<br>Değişim Değerleri .....                         | 67 |
| 3.2. Rize İli ve Botanik Parkının Arazi Değişkenlerinin CBS ile Haritalanması ..                                                 | 70 |
| 3.2.1. CBS Tabanlı Arazi Örtüsü Haritasının Oluşturulması.....                                                                   | 70 |
| 3.2.2. CBS Tabanlı Arazi Yüzey Sıcaklık (LST) Haritasının Oluşturulması ..                                                       | 71 |
| 3.2.3. CBS Tabanlı Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndeksi (NDVI)                                                              |    |

|                                                                                              |     |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| Haritasının Oluşturulması .....                                                              | 74  |
| 3.2.4. CBS Tabanlı Yapı İndeks (NDBI) Haritasının Oluşturulması.....                         | 75  |
| 3.2.5. CBS Tabanlı Bakı Haritasının Oluşturulması .....                                      | 77  |
| 3.2.6. CBS Tabanlı Eğim Haritasının Oluşturulması .....                                      | 78  |
| 3.2.7. CBS Tabanlı Yükselti Haritasının Oluşturulması .....                                  | 80  |
| 3.3. Albedo Analizi ve Albedo Etkisinin Belirlenmesi.....                                    | 81  |
| 3.4. Rize İli Botanik Parkının Çevresel Etkileşiminin CBS ile Haritalanması .....            | 83  |
| 3.4.1. Çevresel Zonların Eğim Haritasının Oluşturulması .....                                | 83  |
| 3.4.2. Çevresel Zonların Bakı Haritasının Oluşturulması .....                                | 84  |
| 3.4.3. Çevresel Zonların NDVI Haritasının Oluşturulması.....                                 | 85  |
| 3.4.4. Çevresel Zonların NDBI Haritasının Oluşturulması .....                                | 86  |
| 3.4.5. Çevresel Zonların Arazi Yüzey Sıcaklığı Haritasının Oluşturulması ...                 | 87  |
| 4. TARTIŞMA .....                                                                            | 89  |
| 4.1. Sıcaklık Değişimi ile Arazi Yüzey Sıcaklık Değişimi Etkileşimi .....                    | 89  |
| 4.2. Kentleşme ve Kentsel Isınma: Genel Değerlendirme .....                                  | 92  |
| 4.3. Peyzaj Uygulamaları ile Kentsel Isı Adası Etkileşimi .....                              | 93  |
| 4.4. Kentselleşme Yoğunluğu ile Kentsel Isı Adası Etkileşiminin Değerlendirilmesi            | 98  |
| 4.4.1. Kentsel Ekolojik Değişimlerine Dayalı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisi                 | 99  |
| 4.4.2. Kent Geometrisi Etkisine Dayalı Değerlendirmeler .....                                | 100 |
| 4.4.3. Sera gazı ve Karbon Emisyonları Etkisine Dayalı Değerlendirmeler..                    | 101 |
| 4.5. Sosyal Değişimlerine Dayalı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisinin Değerlendirilmesi.....   | 101 |
| 4.5.1. Termal Stres Etkisine Dayalı Değerlendirmeler .....                                   | 101 |
| 4.5.2. Sağlık Üzerinde Etkisine Dayalı Değerlendirmeler .....                                | 102 |
| 4.6. Meteorolojik Verilere Dayalı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisinin Değerlendirilmesi.....  | 103 |
| 4.6.1. Sıcaklık Değişimine Dayalı Değerlendirmeler .....                                     | 103 |
| 4.6.2. Nispi Nem Değişimine Dayalı Değerlendirmeler .....                                    | 104 |
| 4.6.3. Yağış Değişime Dayalı Değerlendirmeler .....                                          | 104 |
| 4.7. Topografik Özelliklere Dayalı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisinin Değerlendirilmesi..... | 105 |

|                                                                                            |     |
|--------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.7.1. Eğime Dayalı Değerlendirmeler .....                                                 | 105 |
| 4.7.2. Yükselti Değişimine Dayalı Değerlendirmeler .....                                   | 105 |
| 4.7.3. Bakı Değişimine Dayalı Değerlendirmeler .....                                       | 106 |
| 4.8. Arazi Değişimlerine Dayalı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisinin Değerlendirilmesi ..... | 107 |
| 4.8.1. NDVI İndeksine Dayalı Değerlendirmeler .....                                        | 107 |
| 4.8.2. NDBI (Built-up Index) İndeksine Dayalı Değerlendirmeler.....                        | 107 |
| 4.8.3. Arazi Örtüsüne Dayalı Değerlendirmeler .....                                        | 108 |
| 4.8.4. Arazi Yüzey Sıcaklık Değişimine Dayalı Değerlendirmeler .....                       | 108 |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....                                                                 | 110 |
| KAYNAKLAR .....                                                                            | 117 |

**Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü**

**Ana Bilim Dalı** : Peyzaj Mimarlığı  
**Tez Türü** : Yüksek Lisans Tezi  
**Danışman** : Doç. Dr. Ali Erdem ÖZÇELİK  
**Hazırlayan** : Fatmanur ESKİÇIRAK  
**Yıl** : 2023  
**Sayfa Sayısı** : 130

## **ÖZET**

### **KENTSEL ISI ADALARI İLE KENTSEL YEŞİL ALANLAR ETKİLEŞİMİNİN PEYZAJ EKOLOJİSİ AÇISINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ: RİZE BOTANİK (ZİRAAT ÇAY BAHÇESİ) PARKI ÖRNEĞİ**

Arazi üzerinde insan odaklı plansız kullanım yoğunluğu mikro ölçeğe yerelde ve kentlerde, makro ölçeğe ülke ve küresel düzeyde etkisini birçok alanda hissedilir derecede göstermektedir. Bu etkiler arasında oldukça güncel bir olgu olan iklim değişikliği yer almaktadır. Özellikle günümüzde iklim değişikliğinin kentler üzerinde oluşturduğu başlıca göstergeler arasında “Kentsel Isı Adası” etkisi yer almaktadır. Bu çalışmada, Rize ili geneli kentsel ısı adasının varlığından oluşan sıcaklık değişimlerinin ortaya konması ve çözüm önerilerini belirlemek amacıyla Rize kent merkezinde yer alan Rize Ziraat Botanik Parkı çalışma alanı olarak seçilmiştir. Rize ili geneli 2012–2022 yılları boyunca yıllık ve aylık yağış ve sıcaklık değişimi meteorolojiden alınan verilere göre kentsel sıcaklık değişimleri; minimum ortalama sıcaklık, maksimum ortalama sıcaklık ve ortalama sıcaklık değerlerine dayalı olarak tespit edilmiş ve değişimler iklim değişim standartlarıyla karşılaştırılmıştır. Bununla birlikte leke, koridor-matris yöntemi ile kentin geçirimli ve geçirimsiz yüzey sıcaklık değişim alanları ve ısı adası etkisi Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak CBS ile harita tabanlı olarak belirlenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Kentsel Isı Adası, Peyzaj Ekolojisi, Kentsel Ekoloji, Kentsel Açık Yeşil Alanlar, Termal Konfor, Coğrafi Bilgi Sistemleri

**Recep Tayyip Erdogan University Institute of Graduate Studies**

**Department** : Landscape Architecture

**Thesis Type** : Master Thesis

**Supervisor** : Assoc. Prof. Dr. Ali Erdem ÖZÇELİK

**Author** : Fatmanur ESKİÇIRAK

**Year** : 2023

**Pages** : 130

## **ABSTRACT**

### **THE EVALUATION OF THE INTERACTION OF URBAN HEAT ISLANDS AND URBAN GREEN AREAS IN TERMS OF LANDSCAPE ECOLOGY: THE CASE OF RİZE BOTANİK (ZİRAAT ÇAY BAHÇESİ) PARK**

The intensity of human-oriented unplanned use on the land shows its impact in many areas at micro scale locally and in cities, at macro scale at country and global level. Among these effects is climate change, which is a very current phenomenon. Especially today, "Urban Heat Island" effect is among the main indicators created by climate change on cities. In this study, Rize Agricultural Botanical Park, located in the city center of Rize, was chosen as the study area in order to reveal the temperature changes caused by the existence of the urban heat island throughout the province of Rize and to determine the solution proposals. Annual and monthly precipitation and temperature changes in Rize according to the data obtained from meteorology during the years 2012–2022; the minimum average temperature, the maximum average temperature and the average temperature were determined based on the values and the changes were compared with the climate change standards. In addition, the patch was determined on a map-based basis with GIS using the corridor-matrix method, the permeable and impermeable surface temperature change areas of the city and the heat island effect using Landsat 8 satellite images.

**Keywords:** Urban Heat Island, Landscape Ecology, Urban Ecology, Urban Green Areas, Thermal Conform, Geographical Information Systems

## KISALTMALAR

|       |   |                                           |
|-------|---|-------------------------------------------|
| BM    | : | Birleşmiş Milletler                       |
| CBS   | : | Coğrafi Bilgi Sistemleri                  |
| CRED  | : | Afet Araştırma ve Epidemiyoloji           |
| LST   | : | Arazi Yüzey Sıcaklığı                     |
| MGM   | : | Meteoroloji Genel Müdürlüğü               |
| NDBI  | : | Normalleştirilmiş Fark Yapı İndeksi       |
| NDVI  | : | Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndeksi |
| UA    | : | Uzaktan Algılama                          |
| UTFVI | : | Kentsel Isı Alanı Değişim/Varyans İndeksi |
| WHO   | : | Dünya Sağlık Örgütü                       |
| WMO   | : | Dünya Meteorolojik Organizasyonu          |

## TABLÖLAR LİSTESİ

|                                                                                                    |    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tablo 1.</b> Kentsel Yeşil Altyapı Sistemi Alt Bileşenleri.....                                 | 8  |
| <b>Tablo 2.</b> Kentsel Yeşil Altyapı Sistemi Su Yönetimi Uygulama Örnekleri.....                  | 11 |
| <b>Tablo 3.</b> Kent içi Açık Yeşil Alan Standartları .....                                        | 20 |
| <b>Tablo 4.</b> Kentsel ve Kırsal Alanlar Arasındaki Farklılıklar.....                             | 24 |
| <b>Tablo 5.</b> Bazı Materyallerin Albedo Kapasiteleri.....                                        | 39 |
| <b>Tablo 6.</b> Dünya Geneli Kentsel Yeşil Altyapı Sistemi Haritalama Uygulamaları ..              | 42 |
| <b>Tablo 7.</b> Rize Kenti Son 10 Yıllık Nüfus Grafiği.....                                        | 47 |
| <b>Tablo 8.</b> Arazi örtüsüne göre albedo değerleri .....                                         | 50 |
| <b>Tablo 9.</b> Farklı malzemelerin albedo değerleri.....                                          | 50 |
| <b>Tablo 10.</b> Kentsel Isı Alanları Varyans İndeksleri ve Ekolojik Değerlendirme İndeksleri..... | 51 |
| <b>Tablo 11.</b> 2012 ve 2022 Yılları Aylık Ortalama Sıcaklık Değişimi .....                       | 53 |
| <b>Tablo 12.</b> 2012 ve 2022 Yıllarında Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık Değişimi                 | 56 |
| <b>Tablo 13.</b> 2012 ve 2022 Yılları Arası Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık Değişimi               | 59 |
| <b>Tablo 14.</b> 2012 ve 2022 Yılları Arası Aylık Ortalama Toplam Yağış Değişimi .....             | 62 |
| <b>Tablo 15.</b> 2012 ve 2022 Yılları Arası Aylık Ortalama Nispi Nem Değişimi .....                | 65 |
| <b>Tablo 16.</b> 2012 ve 2022 Yılları Arası Aylık Ortalama Toprak Sıcaklık Değişimi ...            | 68 |

## ŞEKİLLER LİSTESİ

|                  |                                                                                                                                                                                               |    |
|------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 1.</b>  | Şehirlerde Yeşil Altyapılar ve Peyzaj Ekolojisi .....                                                                                                                                         | 5  |
| <b>Şekil 2.</b>  | Kentsel Soğutma Etkisi İçin Kentsel Mavi-Yeşil Altyapı Entegrasyon Senaryolar.....                                                                                                            | 6  |
| <b>Şekil 3.</b>  | Yeşil Altyapı Bileşenleri .....                                                                                                                                                               | 7  |
| <b>Şekil 4.</b>  | Kentsel Planlama ile Yeşil Altyapı Bileşenlerinin Kentsel Peyzaj Entegrasyonu .....                                                                                                           | 7  |
| <b>Şekil 5.</b>  | Küresel Yıllık Sıcaklık Değişimi .....                                                                                                                                                        | 14 |
| <b>Şekil 6.</b>  | Kırsal ve Kentsel Bölgelerde Sıcaklık Yayılımı .....                                                                                                                                          | 17 |
| <b>Şekil 7.</b>  | <b>a)</b> Yatay eksenle rastlantısal tasarım tercih edilmeli, <b>b)</b> Düşük TAKS oranı (taban alanı katsayısı) tercih edilmeli, <b>c)</b> Dikeyde rastlantısal tasarım tercih edilmeli..... | 27 |
| <b>Şekil 8.</b>  | Eko-Morfolojik Yaklaşım Modeli.....                                                                                                                                                           | 28 |
| <b>Şekil 9.</b>  | Kentsel Isı Adası Oluşumu.....                                                                                                                                                                | 30 |
| <b>Şekil 10.</b> | Yüzey ve Atmosferik Isı Değişimleri.....                                                                                                                                                      | 31 |
| <b>Şekil 11.</b> | Antropojenik Sera Gazı Emisyonlarının Değeri (Erdem Okumuş, 2022)                                                                                                                             | 32 |
| <b>Şekil 12.</b> | Küresel Ölçekte Hane Sahiplerinin Soğutmada Kullandığı Mekanik Sistem .....                                                                                                                   | 36 |
| <b>Şekil 13.</b> | Albedo Etkisi (URL-1).....                                                                                                                                                                    | 38 |
| <b>Şekil 14.</b> | Düşük Albedo ve Yüksek Albedo Işıma oranları (URL-2).....                                                                                                                                     | 38 |
| <b>Şekil 15.</b> | Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı Lokasyon Haritası.....                                                                                                                                | 45 |
| <b>Şekil 16.</b> | Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı Google Earth Uydu Görüntüsü                                                                                                                           | 46 |
| <b>Şekil 17.</b> | Akış Şeması (Metodoloji) .....                                                                                                                                                                | 48 |
| <b>Şekil 18.</b> | 2012 – 2022 Yılları Arası Aylık Ortalama Sıcaklık Değişimi .....                                                                                                                              | 52 |
| <b>Şekil 19.</b> | 2012 – 2022 Yılları Arası Aylara Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri Grafiği .....                                                                                                         | 54 |
| <b>Şekil 20.</b> | 2012 – 2022 Yılları Arası Yıllara Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri .....                                                                                                                | 54 |
| <b>Şekil 21.</b> | 2012-2022 Yılları Arası Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık Değerleri Grafiği .....                                                                                                              | 55 |
| <b>Şekil 22.</b> | 2012 – 2022 Yılları Arası Aylara Göre Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık                                                                                                                        |    |

|                                                                                                                                                                                             |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Değişim Grafiği.....                                                                                                                                                                        | 57 |
| <b>Şekil 23.</b> 2012 – 2022 Yılları Arası Yıllara Göre Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık Değişim Grafiği.....                                                                               | 57 |
| <b>Şekil 24.</b> 2012-2022 Yılları Arası Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık Değerleri ...                                                                                                      | 58 |
| <b>Şekil 25.</b> 2012 – 2022 Yılları Arası Aylara Göre Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık Değişim Grafiği.....                                                                                 | 60 |
| <b>Şekil 26.</b> 2012 – 2022 Yılları Arası Yıllara Göre Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık Değişim Grafiği.....                                                                                | 60 |
| <b>Şekil 27.</b> Rize iline ait 2012 – 2022 Yılları Arası Yıllara Göre Aylık Ortalama Toplam Yağış Değerleri Grafikleri (mm=kg/m <sup>2</sup> ) .....                                       | 61 |
| <b>Şekil 28.</b> 2012 – 2022 Yılları Arası Yıllara Göre Aylık Ortalama Toplam Yağış Değerleri Grafiği .....                                                                                 | 63 |
| <b>Şekil 29.</b> 2012 – 2022 Yılları Arası Aylara Göre Aylık Ortalama Toplam Yağış Miktarı Değişim Grafiği.....                                                                             | 63 |
| <b>Şekil 30.</b> 2012 – 2022 Yılları Arasında Yıllara Göre Aylık Ortalama Nispi Nem Değerleri Grafikleri .....                                                                              | 64 |
| <b>Şekil 31.</b> 2012 – 2022 Yılları arasında Yıllara Göre Aylık Ortalama Nispi Nem Değişimi Grafiği.....                                                                                   | 66 |
| <b>Şekil 32.</b> 2012 – 2022 Yılları arasında Yıllara Göre Aylık Ortalama Nispi Nem Değişimi Grafiği.....                                                                                   | 66 |
| <b>Şekil 33.</b> 2012 – 2022 Yılları Arasında Yıllara Göre Aylık Ortalama Toprak Sıcaklığı (5 cm Derinlikte) Değerleri Grafikleri .....                                                     | 67 |
| <b>Şekil 34.</b> 2012 – 2022 Yılları arasında Yıllara Göre Aylık Ortalama Toprak Sıcaklık Değişimi Grafiği.....                                                                             | 69 |
| <b>Şekil 35.</b> 2012 – 2022 Yılları arasında Yıllara Göre Aylık Ortalama Toprak Sıcaklık Değişimi Grafiği.....                                                                             | 69 |
| <b>Şekil 36.</b> Rize İli Arazi Örtüsü Haritası.....                                                                                                                                        | 70 |
| <b>Şekil 37.</b> Rize İli Botanik Parkı Arazi Örtüsü Haritası .....                                                                                                                         | 71 |
| <b>Şekil 38.</b> Rize İli Arazi Yüzey Sıcaklık Haritası .....                                                                                                                               | 72 |
| <b>Şekil 39.</b> (a) Rize İli Kentsel Isı Adası Etki Haritası (b) Rize İli Kentsel Isı Alanı Değişim/Varyans İndeksi Haritası ve (c) Rize İli Ekolojik Değerlendirme İndeksi Haritası ..... | 73 |

|                                                                                                                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Şekil 40.</b> Rize İli Botanik Parkı Arazi Yüzey Sıcaklık Haritası.....                                                                                                                                         | 73 |
| <b>Şekil 41.</b> Rize İli NDVI Haritası .....                                                                                                                                                                      | 74 |
| <b>Şekil 42.</b> Rize İli Botanik Parkı NDVI Haritası .....                                                                                                                                                        | 75 |
| <b>Şekil 43.</b> Rize İli NDBI Haritası.....                                                                                                                                                                       | 76 |
| <b>Şekil 44.</b> Rize İli Botanik Parkı NDBI Haritası .....                                                                                                                                                        | 77 |
| <b>Şekil 45.</b> Rize İli Bakı Haritası.....                                                                                                                                                                       | 77 |
| <b>Şekil 46.</b> Rize İli Botanik Parkı Bakı Haritası.....                                                                                                                                                         | 78 |
| <b>Şekil 47.</b> Rize İli Eğim Haritası.....                                                                                                                                                                       | 79 |
| <b>Şekil 48.</b> Rize İli Botanik Parkı Eğim Haritası.....                                                                                                                                                         | 79 |
| <b>Şekil 49.</b> Rize İli Yükselti Haritası.....                                                                                                                                                                   | 80 |
| <b>Şekil 50.</b> Rize İli Botanik Parkı Yükselti Haritası.....                                                                                                                                                     | 81 |
| <b>Şekil 51.</b> Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Park Alanı Albedo Değerleri .....                                                                                                                               | 82 |
| <b>Şekil 52.</b> Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı Albedo Haritası.....                                                                                                                                      | 82 |
| <b>Şekil 53.</b> Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı Albedo Haritası Lejantı .....                                                                                                                             | 83 |
| <b>Şekil 54.</b> Çevresel Zonların CBS Tabanlı Eğim Haritası .....                                                                                                                                                 | 84 |
| <b>Şekil 55.</b> Çevresel Zonların CBS Tabanlı Bakı Haritası .....                                                                                                                                                 | 85 |
| <b>Şekil 56.</b> Çevresel Zonların CBS Tabanlı NDVI Haritası.....                                                                                                                                                  | 86 |
| <b>Şekil 57.</b> Çevresel Zonların CBS Tabanlı NDBI Haritası .....                                                                                                                                                 | 87 |
| <b>Şekil 58.</b> Çevresel Zonların CBS Tabanlı Arazi Yüzey Sıcaklığı Haritası .....                                                                                                                                | 88 |
| <b>Şekil 59.</b> 2012 ve 2022 Yıllarına Ait Küresel Ortalama Yüzey Sıcaklık Değişim Haritası .....                                                                                                                 | 90 |
| <b>Şekil 60.</b> 2012 – 2023 Yılları Arası Küresel Arazi Yüzey Ortalama Sıcaklık Değişimi .....                                                                                                                    | 90 |
| <b>Şekil 61.</b> a) 2001 yılına göre 2018 yılındaki değişim, b) 2018 yılına göre 2050 yılındaki olası değişimler, c) 2050 yılına göre 2100 yılındaki olası değişimler ve d) toplam albedo değişim histogramı ..... | 93 |

## GİRİŞ

Günümüzde insan nüfusu hızla artmakta ve bu artış kentleşme hızını dolayısıyla kentleşme yoğunluğunu beraberinde getirmektedir. Dünya nüfusunun yarısından fazlası artık kentsel alanlarda yaşıyor ve bu oranın 2050 yılına kadar yaklaşık %70'e çıkması bekleniyor (Ramsay vd., 2023). Küreselleşme anlamında kent nüfustaki artış fiziksel çevrenin kontrolsüz kullanımı ile birçok çevresel sorunu beraberinde getirmektedir. Büyüyen kentlerin başlıca sorunlarından biri olan plansız yerleşimler bugünün çevresel sorunları olarak karşımıza çıkmaktadır. Mevcutta oluşan kent formlarının birey odaklı değişimlere ve gereksinimlere uyum ya da çözüm sağlayamaması, kentsel altyapıyı dolayısıyla kentsel çevreyi olumsuz etkilemektedir (Arslan, 2020). Günümüzde küresel düzeyde etkisini oldukça yoğun bir şekilde hissettiren iklim değişikliği kentler üzerinde birçok sorunu da beraberinde getirmektedir. Mikro ve makro anlamda meydana gelen sıcaklık artışları, yağışlarda meydana gelen değişimler, sel, heyelan vb. doğal afetler gibi birçok ekolojik bozulma, iklim değişiklikleri nedeniyle günden güne hızla artış göstermektedir (Ağralan, 2022; Çağlak ve Türkeş 2022). İklimsel değişimler aynı zamanda kentsel iklim değişikliklerine neden olmaktadır (Parsova, 2020). Özellikle kentsel ısı adası etkisi ile birlikte kent içyapısındaki ısının, kent dışı alanlara nazaran nem düzeyi, yağış özellikleri, güneşlenme ve gölge miktarı, rüzgar faktörü vb farklı iklim özelliklerine sahip mikro iklim alanlarının oluşmasına neden olmaktadır (Boz Demir ve Cengiz, 2021; Çağlak vd., 2022; Karakuş ve Selim, 2022; Temizkan 2020; Ünal Çilek 2022).

İklim değişiminin küresel ve bölgesel düzeydeki etkilerinin ekolojik bozulmalara neden olacağı ileri sürülmektedir. Bu kapsamda zamanla insanların yaşam alanları üzerindeki çevresel risklerin artacağı belirtilmektedir. Bu amaçla iklim değişiminin mevcut ve potansiyel etkilerini bölgesel ve yerel ölçekte azaltıcı ve önleyici bileşenlerin belirlenmesi, tanımlanması ve uygulanması gerekmektedir. İklim değişikliğinin kentler üzerindeki olumsuz etkilerini azaltıcı, önleyici ya da bu etkilere daha dayanıklı kentler oluşturmak için kentsel yeşil altyapısının geliştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Yeşil altyapı, kentsel peyzaj alanlarının oluşturulmasında ekonomik, ekolojik ve sosyolojik açıdan ortak değer güden ve iklim değişikliğinin ortaya çıkardığı sorunlar arasında yer alan kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasında

etkin rol oynamaktadır. İklim değışikliğı aynı zamanda peyzaj ile bütünleşik olarak ekolojik sistemleri etkisi altında tutan süreçleri de kapsamaktadır. Özellikle çevresel olayların/olguların konumları, şiddetleri, süreleri gibi özellikleri bakımından da birçok değışime neden olmaktadır. Bu değışimlere yönelik çözüm stratejilerinin ulusal ve bölgesel ölçekte uygulanabilirliğinde mevcut durumun belirlenmesi ve bütüncül bir risk değerlendirmesinin oluşturulması, etkin kentsel planlama altyapısının geliştirilmesi açısından önemlidir. Bu planlama sürecinde büyük bir öneme sahip doğal ya da yarı doğal alanları içeren kentsel yeşil alanlar, sahip olduğu ekolojik sistemler nedeniyle kent dokusuna bir çok alanda olumlu kazanımlar/faydalar sunmaktadır. Ekosistem servisleri olarak tanımlanan bu kazanımlar/faydalar, kent ekolojisini iyileştirerek/geliştirerek kentin yaşam ve çevre kalitesini arttırmaktadır. Ekosistem servislerinin kentsel gelişme alanları içinde dengeli bir dağılım göstermediğı, farklı karakterdeki yeşil alanlardan doğal vejetasyon örtüsüyle kaplı alanların düzenleyici ekosistem servisleri açısından yüksek potansiyele sahip olduğu belirlenmiştir. Bunu sırasıyla ekili ve dikili tarım alanları, kurum ve şahıs bahçeleri, refüjler, bitkilendirilmiş şeritler ve parklar izlemektedir. Bu bağlamda özellikle ağaç varlığı ve taç örtüsü miktarı arttıkça, yeşil alanların sağladığı ekosistem servislerinin miktarını arttırıcı yönde etkilemektedir. Ancak kentlerde yapılaşmış alan yoğunluğunun fazla olması ve yapılaşma alanlarında daha çok düşey yönde çok katlı binaların/yapıların varlığı iklim değışikliğinin etkilerine karşı kırılgan hale getirmektedir. Bu durum doğal ekosistemler ve kentsel yeşil alanlar üzerinde ciddi baskı oluşturmaktadır (Coşkun Hepcan, 2019; İzmir Büyükşehir Belediyesi (İBB) ve Peyzaj Araştırmaları Derneğı (PAD), 2019; Kamer Aksoy ve Arslan, 2022; Selim 2021). Kentler üzerinde antropojenik faaliyetlerin artması, özellikle, dikeyde ve yatayda yoğun ve plansız yapılaşma, orman arazileri tahribatları, sera gazı etkisinin artması, kontrolsüz arazi kullanımı gibi sorunların artışı da beraberinde getirmektedir. Bu durum kentsel açık ve yeşil alanları nitelik ve nicelik boyutunda olumsuz etkilemektedir (Cüce ve Ortaçeşme, 2020; Güngör vd., 2019; Şirvan ve Akın Tanrıöver, 2023; Ödül ve Kuşçu Şimşek, 2019). Açık yeşil alanlar, nitelik ve nicelik anlamında bir gelişmişlik düzeyi olarak kabul edilmekte ve ekolojik açıdan da kentlerdeki sürdürülebilir arazi kullanımının sağlanmasında önemli bir bileşen olarak tanımlanmaktadır (Gül vd., 2020; Koçan ve İbiş, 2020; Kısak, 2021).

Sayısı ve niteliği sürekli artan teknolojik gelişmeler ve yenilikçi yaklaşımlar kent dokusu üzerinde güçlü bir dönüştürücü etkiye sahiptir. Akıllı Kentler olarak ifade edilen bu dönüşüm tüm kentsel ekosistem paydaşlarının işbirliğinde kent bünyesinde yer alan varlıklar arasında iletişim kurarak ve birlikte çalışabilirliğini sağlayarak; otomasyon dahilinde günümüzde ve gelecek adına kentsel ihtiyaçların sürdürülebilir olarak karşılanması amaçlamaktadır. Akıllı Şehir, sunduğu bilgiyi ekonomik, sosyal ve çevresel faydaya dönüştürebilme kabiliyeti ile sürdürülebilir kalkınma, rekabet gücü ve çevresel sürdürülebilirlik alanlarında kazanımlar oluşturmaktadır. Bu nedenle, Akıllı Şehir ülkelerin ilgisini çekmekte, ülkeler Akıllı Şehir kavramını anlama, değişen koşullara hazırlıklı olma, bu dinamik sürece uyum sağlama ve yön verebilmeye yönelik farklı kentsel gelişim ve tasarım modellerinin ortaya çıkmaya başladığı görülmektedir. Birbirine benzer anlamlar ve içerikler taşıyan bu modellerin (sürdürülebilir kent, ölçeklenebilir kentler, çevreci şehir, dijital kentler vb.) temel hedefi bilgi ve iletişim teknolojilerinin sağlamış olduğu olanakların kentleşme modellerine entegrasyonu ile sürdürülebilir, yüksek performanslı, ihtiyaçlara cevap veren, etkin kaynak kullanımını içeren, yaşam kalitesini arttıran, çevresel etkileri minimuma indiren yaşam alanları tasarlamak olarak değerlendirilmektedir. Özellikle yaşam kalitesinin artırılmasında fayda sağlamaya başlayan teknolojilerin şehircilik hizmetlerinde kullanılmaya başlanması ile birlikte insan ve teknoloji odaklı kentsel yaşam alanları oluşturulmaya başlanmıştır. Bu etkinin oluşması için bölgenin ve hedef kullanıcının ihtiyaçlarına yönelik, kapsayıcı, standartlara dayalı, sürdürülebilir, değer yaratan çözümler üretmek kritik bir öneme sahiptir. (T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019; 2020a; 2020b; 2021a; 2021b; 2021c). İklimle dirençli ve ekolojik kent modellerinin yeşil altyapı gelişimi ile doğa ile uyumunun sağlanmasında akıllı kent yaklaşımı altyapısıyla da bütünleştirilmesi gerekmektedir.

## 1. GENEL BİLGİLER

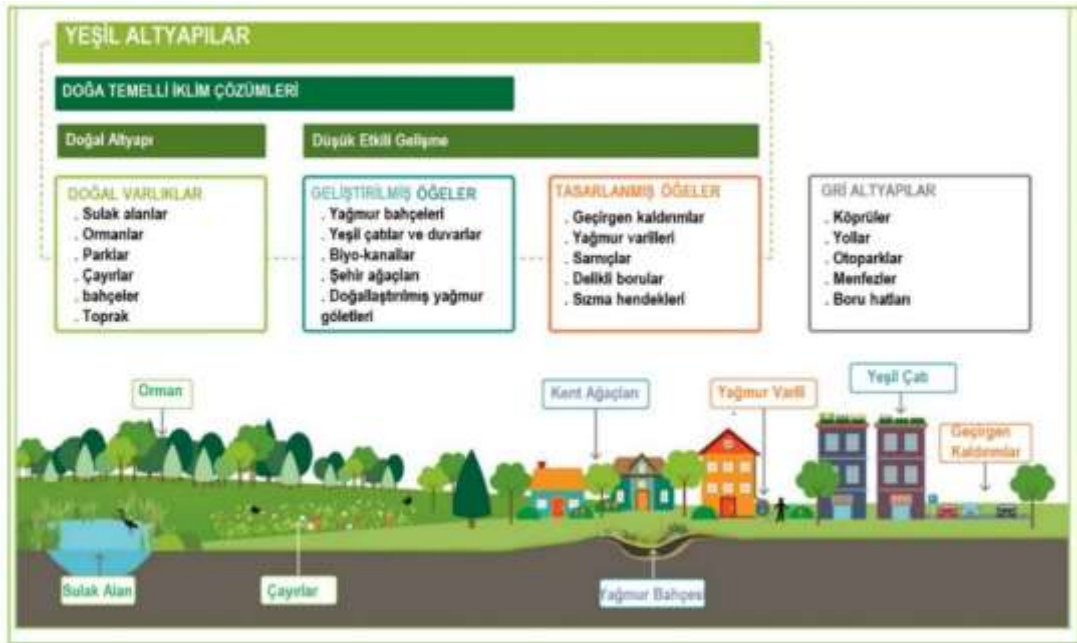
### 1.1. Kent Ekolojisi ve Kentsel Yeşil Altyapı

Kentler doğal kaynak kullanımının bozulması, çevresel kirlilik ve kentleşmenin getirdiği antropojenik birçok faaliyet ile doğal dengenin bozulmasına ve iklimsel değişim ve dönüşümlere yol açmaktadır (Kılıç, 2021). Kent ekosisteminde meydana gelen değişimler özellikle büyük kentlerde yaşayan insanların termal konfor düzeyini direkt etkilemektedir. Küresel açıdan kentsel büyümlere bakıldığında arazi örtüsünde meydana gelen değişimlerin kent ekolojisinde bozulmalar meydana getirdiği, ticari, sanayi, hizmet ve ulaşım alanındaki plansız yerleşimlerin kentin ekolojik parçaları olan kamusal açık yeşil alanların eksikliğine ve tahribine yol açtığı görülmektedir (Yılmaz ve Özcanlı, 2021). Bu bağlamda kent ekolojisi ve peyzajının korunması için geliştirme ve koruma anlamında analiz ve çalışmalara gerek duyulmaktadır (Aysu ve Say, 2021).

Peyzaj dokularının oldukça geniş coğrafi dağılımı ve genel kentsel yerleşim, çeşitli unsurların etkisi altında kentsel genişlemeyle birlikte sürekli gelişmekte; bunların en önemlileri, kentsel peyzaj deseni olarak bilinen mavi-yeşil altyapılardır. Kentsel Yeşil ve Mavi altyapısı, hava temizleme, karbon tutma, su yönetimi ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi bir dizi ekosistem hizmeti sağlayarak şehirlerin sürdürülebilirliğinde hayati bir rol oynamaktadır. Ayrıca fiziksel aktiviteyi, zihinsel rahatlama ve topluluk uyumunu teşvik etmek gibi eğlence ve sosyal faydalar sağlarlar. Kentsel yeşil ve mavi alanlar, ısı adası etkisini azaltmak ve yağmur suyu akışının etkilerini hafifletmek gibi kentleşmenin olumsuz etkilerine karşı da tampon görevi sağlamaktadır. Bu nedenle, sağlıklı ve sürdürülebilir bir kentsel çevre sağlamak için bu alanların korunması ve geliştirilmesi önemlidir. Kentsel yeşil ve mavi alanların mekân tabanlı çoklu veri kümeleriyle değerlendirilmesi, sürdürülebilir kalkınma için değerli bir yaklaşım sunabilmektedir. Bu veri kümeleri, kentsel alanlardaki yeşil ve mavi alanların konumu, boyutu ve durumu hakkında bilgi sağlayabilir ve bu bilgiler, arazi kullanımı, koruma ve kentsel planlama ile ilgili kararları bildirmek için kullanılabilir (Sunita, Kumar, Shahnawaz, & Shekhar, 2023).

Küresel anlamda hazırlanan raporlarda görünüyor ki planlaması yapılan tüm kentsel alanlar ekolojik temelli gerçekleştirilmeli, tüm elemanların birbiriyle bağlantılı

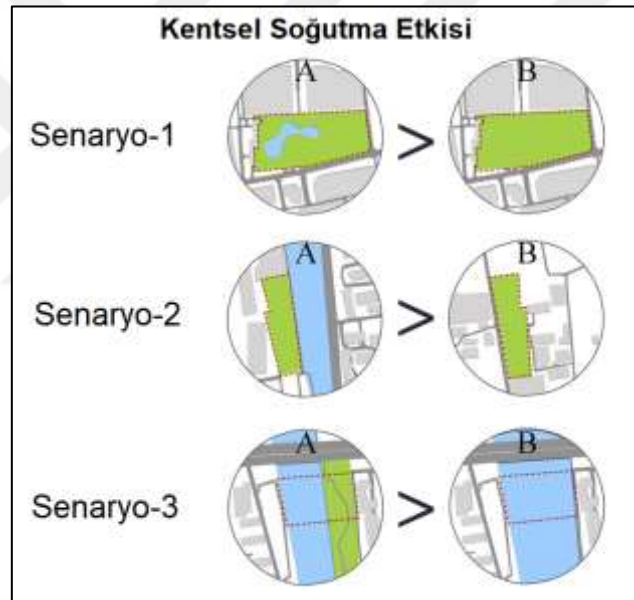
işlenmesi, doğayı koruma öncülüğüyle kentsel mekanlar tanımlanmaktadır. Küresel iklim değişikliği ve kentsel ısı adası oluşumlarının artmasıyla ekolojik kent planlamasının da önemi anlaşılmaktadır (Kavuran, 2022). Kent alanlarında insanların yaşam faaliyetlerini sürdürdüğü arazi yüzeylerinin yüksek yoğunluğu gri altyapı kısmını oluşturmaktadır. Bu gri altyapı içerisinde bulunan yeşil alanlar ve su kütleleri ile birlikte kentin ekosistemini oluşturmaktadır. Bu kavramlar arası kent içinde bir enerji aktarımı mevcuttur. Kent içinde insanlara fayda sağlama, ekosistemin dayanıklılığını arttırmak ve biyoçeşitlilik anlamında kent içindeki doğalı korumak için yeşil altyapı kavramı mekansal ve ekolojik bir kavram olarak ifade edilmektedir (Tülek ve Ersoy Mirici, 2019) (Şekil 1).



**Şekil 1.** Şehirlerde Yeşil Altyapılar ve Peyzaj Ekolojisi (Tuğaç, 2022).

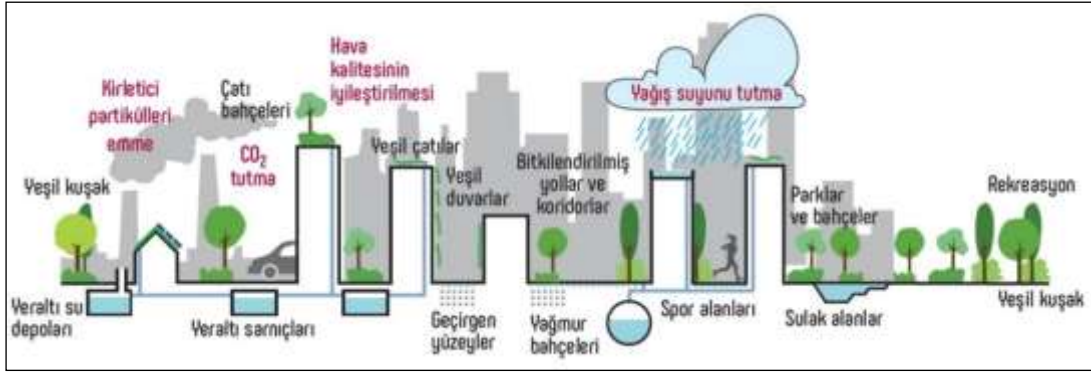
Kentte gri altyapının tamamlayıcı bir parçası olan mavi-yeşil altyapı için, doğal işleyişin devamlılığını sağlayan, kentsel ekosistemlerin düzeni ve hidrolojik etmenlerin birleştiriciliği için bitki örtüsü sistemi olarak bahsetmek mümkündür. Doğal ve yarı doğal şekilde tasarlanması mümkün olan, kentsel ekolojik planlamada iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik adına büyük bir gelişme olarak gösterilen yeşil altyapı kavramı bütün olarak biyoçeşitliliğe hizmet sunmaktadır (Parlak ve Atik, 2020). Kentsel ısı adalarının olumsuz etkilerinin önlenmesine/azaltılmasına kapsamında kentsel soğuk adaların etkilerinin belirlenmesi, tanımlanması, analiz edilmesi ve bu etkiyi sağlayıcı materyallerin kullanımı yaşanılabilir kentler açısından

oldukça önem arz etmektedir. Bu önem doğrultusunda soğuk hava akışı ile soğutma potansiyeli sağlayan yüksek soğuk hava bağlantı alanlarının/çevrelerin kentlerle bütünleştirilmesi hedeflenmektedir. Özellikle peyzaj dokusunun soğutma potansiyeli ile soğuk hava yayılımını/akışını sağlayıcı altyapı bileşenlerinin kentsel dokuya kazandırılması kentsel soğuk adaların oluşturulmasında aktif rol oynamaktadır (Park, Choe, & Thorne, 2023). Kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasında önemli bir role sahip olan kentsel mavi alanlar (göl, gölet, kanallar, akarsu, sulak alanlar vb) ve kentsel yeşil alanların (ormanlar, parklar, yeşil çatılar, ekili alanlar, düşey bahçeler, yeşil yollar vb) bütünleşik olarak (Şekil 2) (mavi-yeşil altyapı) kent dokusuna kazandırılması kentsel soğuk ada etkisi potansiyelini olumlu yönde etkilemektedir (W. Zhou, Cao, Wu, & Zhang, 2023).



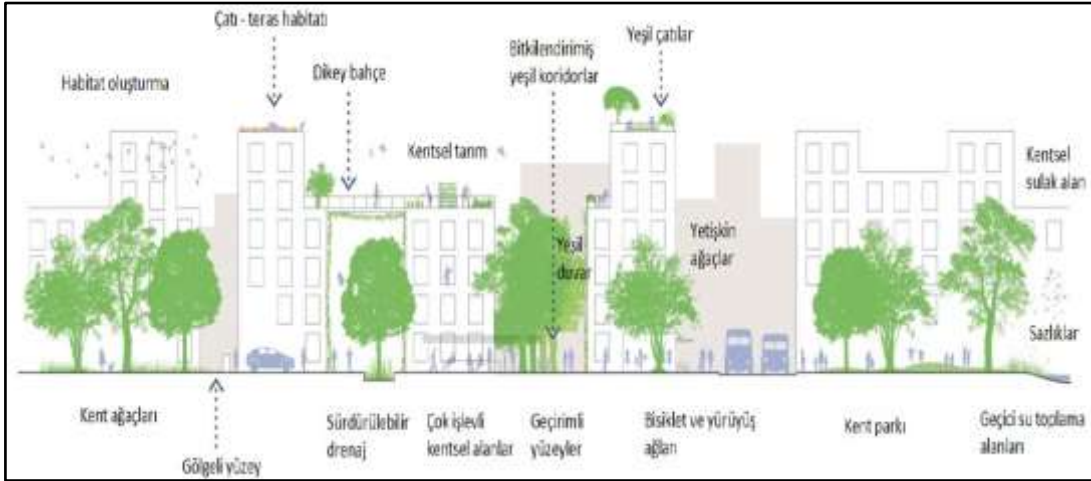
**Şekil 2.** Kentsel Soğutma Etkisi İçin Kentsel Mavi-Yeşil Altyapı Entegrasyon Senaryolar

Kentlerde ekosistem değerlerini ve işlevlerini koruyan (ekolojik nitelikleri yüksek) birbirleriyle bağlantılı doğal, yarı doğal ve kültürel alanların oluşturduğu bir yeşil alan ağının (yeşil altyapı sisteminin) (Şekil 3) sağladığı ekosistem servisleri iklim değişikliğinin etkilerini azaltmada önemli rol oynamaktadır (Coşkun Hepcan, 2019).



**Şekil 3.** Yeşil Altyapı Bileşenleri (İzmir Büyükşehir Belediyesi (İBB) ve Peyzaj Araştırmaları Derneği (PAD), 2019)

Yeşil altyapı sisteminin mekansal planlama sürecinin bir parçası haline gelmesi bu sistemi oluşturan bileşenlerin kentlerin kırılğan ekosistemlerinin korunması, yeşil alanlardan sağlanan ekosistem servislerinin iyileştirilmesine yönelik akılcı çözümler geliştirilmesi kentin iklim değişikliği etkilerine dirençli ve dayanıklı hale gelmesine olumlu katkılar sağlayacaktır. Sağlıklı ve yaşanabilir kentler, yeşil alan dokusu ile yapılaşma alanları arasında dengeli bir oran bulunan, ekolojik nitelikleri yüksek yeşil alanların bir arada bulunduğu açık-yeşil alan sistemine (yeşil altyapı) sahip kentlerdir (Coşkun Hepcan, 2019).



**Şekil 4.** Kentsel Planlama ile Yeşil Altyapı Bileşenlerinin Kentsel Peyzaj Entegrasyonu (Coşkun Hepcan, 2019)

Merkezler ve koridorlardan oluşan kentsel yeşil altyapı; ormanlar, çalılık, çayırılık, sulak alanlar, akarsu koridorları gibi doğal alanlar ile parklar, spor alanları, okul bahçeleri, kampüsler, şahıs ve kurum bahçeleri, çatı bahçeleri, dikey/düşey

bahçeler, hayvanat bahçeleri, botanik bahçeleri, tarım arazileri, mezarlıklar, bitkilendirilmiş yollar vb. yarı doğal ve kültürel bileşenleri içermektedir (Şekil 4) (Coşkun Hepcan, 2019).

### 1.1.1. Kentsel Yeşil Altyapı Sistemi Alt Bileşenleri

Yeşil altyapı farklı ölçeklerde planlanmakta, uygulanmakta ve yönetilmektedir. Planlamada bölge (akarsu koridorları, doğal ekosistemler), havza, kent (kent parkları, geniş ağaçlı bulvarlar, koruluklar), mahalle (mahalle ve semt parkları, bitkilendirilmiş sokak ve caddeler) ve alan (yağmur bahçeleri, dikey bahçeler, yağış suyu bitki şeridi) ölçekleri temel alınabilir. Tablo 1’de sınıflandırılan yeşil alanlar ve Tablo 2’de sınıflandırılan Kentsel Yeşil Altyapı Sistemi Su Yönetimi Uygulama Örnekleri sahip olduğu bitki örtüsüyle, hava serinletme, ısı adası etkisini azaltma, karbon tutma ve depolama, kirleticileri uzaklaştırarak havayı temizleme, organik materyaller ile toprağı zenginleştirme, yaban hayatı için besin ve barınma ortamı sağlama, biyolojik çeşitliliği destekleme, yağış sularının yüzey akışa geçmesini önleme, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarını besleme, rüzgâr ve yağış erozyonunu azaltma, gürültü filtreleme, enerji tüketimini azaltma, rekreasyonel olanaklar sağlama, arazilerin emlak değerini arttırma gibi birçok işleve sahiptir (Coşkun Hepcan, 2019).

**Tablo 1.** Kentsel Yeşil Altyapı Sistemi Alt Bileşenleri

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | Kentsel alanlarda bulunan <b>doğal alanlar</b> orman, çalılık, otsu bitkilerle kaplı boş parseller, sulak alanlar gibi doğal vejetasyon örtüsüyle kaplı alanlardır. Farklı boy ve yaşlarda çeşitli doğal bitki türlerini içeren bu alanlardaki biyolojik çeşitlilik açısından zengindir. |
|  | <b>Kent parkları</b> çeşitli büyüklüklerde olabilen doğal ve kültürel ekosistemleri içeren kent halkına rekreasyonel olanaklar sunan yeşil alanlardır.                                                                                                                                   |

**Tablo 1 (Devam). Kentsel Yeşil Altyapı Sistemi Alt Bileşenleri**

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                                                                                 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p><b>Meydanlar</b> farklı amaçlarla kullanılan kent içindeki açık toplanma alanlarıdır.</p>                                                                                                                                                    |
|    | <p><b>Şahıs ya da kurum bahçeleri</b>, bitki yoğunluğu ve tür çeşitliliği açısından zengin yeşil alanlardır.</p>                                                                                                                                |
|  | <p><b>Botanik bahçeleri</b> farklı bitki topluluklarını bir arada bulunduran bitki koleksiyonlarıdır.</p>                                                                                                                                       |
|  | <p><b>Tarım alanları</b>, ticari amaçla üretim yapılan geniş parseller, meyve bahçeleri ya da küçük ölçekli hobi bahçeleri, şeklinde olabilir. Tarım arazilerinde diğer yeşil alanlarda olmayan değişik tek ve çok yıllık bitkiler bulunur.</p> |
|  | <p><b>Mezarlıklar</b> kentlerde yetişkin ağaçları içeren yoğun bitki örtüsüne sahip geniş yeşil alanlardır. Birçok canlı türü için habitat oluştur.</p>                                                                                         |

**Tablo 1 (Devam). Kentsel Yeşil Altyapı Sistemi Alt Bileşenleri**

|                                                                                     |                                                                                                                                                                                          |
|-------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|    | <p><b>Bitkilendirilmiş otoparklar</b> kentlerdeki açık park alanlarının çeşitli yöntemlerle bitkilendirilmesi ya da ağaçlandırılması ile oluşturan alanlardır.</p>                       |
|    | <p><b>Okul bahçeleri</b> ve eğitim kampüsleri eğitim binaları, oyun ve spor alanlarını içeren, bitki örtüsüne sahip olabilen alanlardır.</p>                                             |
|  | <p><b>Yeşil çatılar</b> vejetasyon örtüsüyle güneş radyasyonunu azaltır, yağış suyunun hızını azaltır, yalıtım sağlar.</p>                                                               |
|  | <p><b>Düşey bahçeler</b> bina, duvar, çit gibi düşey yapısal elemanların çeşitli bitkilerle kaplanmasıyla oluşur, binalardaki enerji tüketimini azaltır.</p>                             |
|  | <p>Kaldırım, refüj ve bitkilendirilmiş şeritlerde bulunan <b>yol ağaçları</b>, kentlerde doğrusal koridorlar oluşturur. Açık yeşil alan sisteminin bağlantı oluşturan elemanlarıdır.</p> |

**Tablo 1 (Devam). Kentsel Yeşil Altyapı Sistemi Alt Bileşenleri**

|                                                                                   |                                                                                                                                                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p><b>Akarsu koridorları</b> karasal ve sucul ekosistemleri bir arada bulunduran doğal koridorlardır. Su döngüsü ve yağış suyu yönetiminde önemli görevleri vardır.</p> |
|  | <p><b>Su kanalları</b> çoğunlukla insan eliyle oluşturulan bu yapılar rekreasyon ve ulaşım amacıyla da kullanılan koridorlardır.</p>                                    |

**Tablo 2. Kentsel Yeşil Altyapı Sistemi Su Yönetimi Uygulama Örnekleri**

|                                                                                     |                                                                                      |
|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
|  | <p>Geçirgen (Gözenekli) Döşeme</p>                                                   |
|  | <p>Yağmur Bahçesi Örneği Eugene, US (United States /Amerika Birleşik Devletleri)</p> |

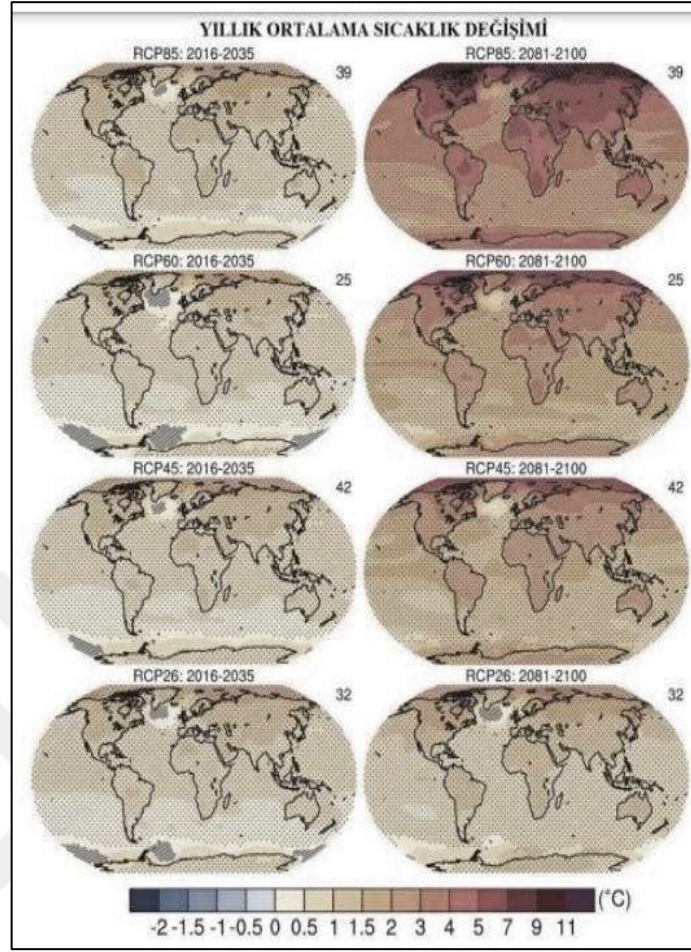
**Tablo 2 (Devam). Kentsel Yeşil Altyapı Sistemi Su Yönetimi Uygulama Örnekleri**

|                                                                                     |                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
|    | Yağış Suyu Bitki Şeridi Örneği<br>Eugene, US |
|   | Yağmur Hendeği Örneği Seattle, US            |
|  | Yeşil Çatı Örneği Toronto                    |

### 1.2. Kent Ekolojisi ve Küresel İklim

İnsan yaşantısı içerisinde sosyolojik etkileri barındıran kent yapısı, artan ve tehdit edici kentsel çevre sorunlarının baskısıyla ortaya çıkan kentsel kirlilik ve bozulumlara maruz kalmıştır. Bu yönde çevresel sıkıntıların etkisini azaltmak, gelecek nesillere aktarılırken daha sağlıklı ve sürdürülebilir bir yaklaşım kullanmak amacıyla

kent ekoloji temelli yaklaşım ve uygulamalar esas olarak alınmalıdır (Aliağaoğlu ve, 2020). Kentsel peyzaj ekolojik yaşlaşımlar ile geniş ölçekte ekolojik sonuçların tespiti mümkün olduğu için kenti hem biyotik anlamda hem de abiyotik sistemler içerisinde organize etme ve nüfus dinamiğine göre sosyo-ekonomik anlamda kontrol etmeyi sağlamaktadır (Üstün Topal, 2021). Atmosferin maruz kaldığı hava kirleticiler, özellikle sera gazı etkisi ve fosil yakıt kullanımındaki artış havadaki CO<sub>2</sub> miktarının artmasına ve iklimin küresel çapta değişim göstermesine neden olmaktadır (Koç, 2021). Dünya üzerindeki atmosfer tabakası ısı tutma yeteneği açısından kalınlık, hareketlilik ve kimyasal yapısı olarak özellik gösterir. Yüzeyden yansıyan ısıya 157 W/m<sup>2</sup>'lik enerjiyi oluşturduğu, direkt güneşten gelen ısı miktarının ise 78 W/m<sup>2</sup> olduğu ortaya konmuştur. Isı tutuculuğu yüksek olan sera gazlarının atmosferde fazla miktarda yer kaplaması, atmosferik yüzelerin ısı miktarındaki yoğunluğu arttırmaktadır (Bezirkan, 2022). Fiziksel çevrede oluşan tüm bu değişimlerin iklimsel açıdan birçok olumsuz duruma yol açtığını söylemek mümkündür. Küresel iklim değişimi aslında tüm ekosistemi doğrudan ve de dolaylı yollardan etkileyebilecek yüksek etki sahasına sahiptir. Aslında insanlar üzerindeki her türlü sosyal ve ekonomik faaliyetlerin; coğrafi yerleşim, barınma, yeme-içme ve fizyolojik tüm gelişim ve değişimini iklim etkisine göre şekil almaktadır. Kent ekosistemindeki bitki habitatları hem küresel iklim değişikliğinden olabildiğince çok etkilenmekte hem de bu bitki habitatlarındaki ekolojik bozulmalar küresel iklim değişimindeki yükselmelerin olumsuz yönde artışını tetiklemektedir (Tekin, 2022). WHO tarafından hazırlanan verilere göre küresel anlamda 2021 yılı, geçmiş zamanların sıcaklık değerlerine bakıldığında en sıcak yıllar arasında yer aldığı görülmüştür (Şekil 5) (Tuğaç, 2022).



Şekil 5. Küresel Yıllık Sıcaklık Değişimi (Baş ve Partigöç, 2022).

Geçmişten günümüze ve gelecek adına kentleşme ile ekoloji-çevre arasındaki ilişkinin gelişim sürecini anlamak ve bu gelişimin sürdürülebilirliğini sağlayan bileşenlerin belirlenmesi, tanımlanması ve uygulanması büyük önem taşımaktadır (Zeng, Chen, Wu, & Dong, 2023). Ancak, hızlı ve plansız kentleşme birtakım ekolojik ve çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir. Bu sorunların en önemlileri arasında, daha çok kentsel arazi kullanımı-arazi örtüsündeki değişimler, kentsel alanlardaki yoğun yapılaşma, kentsel yığılma, nüfus artışı ve özellikle peyzaj dokusunda kentleşmenin etkisiyle oluşan kentsel gri altyapı oranının artması, geçirimsiz yüzeylerin kullanım oranı, sulak ve yeşil alanlarda azalma vb sonucunda oluşan kentsel ısı adası etkisidir (F. Zhu et al., 2023). Son zamanlarda üzerinde oldukça durulan akıllı kentler paradigması, plansız, mekansal olarak dağınık, çevresel olarak verimsiz ve sosyal olarak eşit olmayan kentleşmenin (kentsel yayılım) olumsuz sonuçlarına çözüm bulmak ve uygulanmasını sağlamak için önemli bir planlama

bileşeni/çerçevesi olarak ortaya çıkmıştır ve kentsel termal ortamlar üzerindeki etkileri bilimsel olarak araştırılmaya devam etmektedir. Artan kentsel ısı adası etkisi, (i) kentsel yayılım ile birlikte antropojenik kaynaklı faaliyetlerin fiziksel ve coğrafi olarak plansız genişlemesinin (ii) antropojenik etkiyi yoğunlaştıran kentsel yayılım sürecinde doğal arazilerin büyük oranda geçirimsiz yapay yüzeylere dönüştürülmesinin, doğal arazi kayıplarının ve gri altyapı artışının doğrudan sonuçlarından biridir. Kentsel ısı adası etkisi, bitki örtüsü ve yerleşim alanları dahil olmak üzere kentsel yüzey arazi örtüleri; büyüklük, binalar ve yol ağı özellikleri ve yoğunlukları dahil olmak üzere kentsel biçim; karayolu trafiği ve nüfus yoğunluğu dahil olmak üzere antropojenik ısı salınımı ve diğer özelliklerin yanı sıra daha büyük su kütlelerine ve yeşil alanlara yakınlık dahil olmak üzere topografik faktörler ile etkileşimi sonucunda artan ve azalan bir etki olarak değerlendirilmektedir. Kentsel ısı adası etkisi yoğunluğunun belirlenmesinde kent bünyesinde ve çevresinde konumlanmış kentsel alt bileşenler dikkate alınmaktadır (Tang et al., 2023; Welegedara, Agrawal, & Lotfi, 2023; Won & Jung, 2023). Kentsel gelişim ya da kentselleşme sürecinde yaşanan sorunların başlıca nedenleri arasında insan-arazi ilişkisini tanımlayan peyzaj altyapısı bileşenlerinin kentsel planlama uygulama süreçlerinde yaşanan eksiklikler yer almaktadır. Kentsel yaşam alanlarının oluşturulması ve sürdürülebilir kentsel çevre altyapısı açısından insan-arazi ilişkisinin peyzaj planlamaya dayalı olarak değerlendirilmesi, tasarlanması ve uygulanması büyük öneme sahiptir. Kentsel alanlar bünyesinde; (i) bozulmuş doğal süreçleri ve sosyal-ekonomik-çevresel etkileşimleri, (ii) müdahale edilmiş çevresel döngüleri, onarmak, iyileştirmek ve yeniden oluşturma girişimleri peyzaj planlama ve peyzaj yönetimi politika ve stratejileriyle bütünleşik olarak gerçekleştirilmesi gerekmektedir (Şahin, Ş, 2014).

### **1.3. İklim Değişikliği ve Kentlere Etkisi**

Kentler oluşturulurken göz ardı edilen planlama kavramı, bilinçsiz kentleşme ile birçok çevresel problemi beraberinde getirmekte ve bu durum iklim değişiminin temellerinden olan sera gazı emisyonlarının varlığının artmasına ve çevre kirleticilerinin sürdürülebilirlik anlamında öneme sahip olan doğal kaynaklara zarar vermesine neden olmaktadır. Bu tür kirleticiler ve iklim değişikliği ile mücadele adına; suyun korunması, atıkların dönüştürülmesi, yenilenebilir enerjilerin kullanımı, ulaşım

ve erişilebilirlik, yeşil alanların sürdürülebilirliği gibi birçok alanda iklim değişikliği mücaadele planı oluşturulmalıdır (Tekeci Şengül, 2022). Antropojenik kaynaklı iklim değişikliği Türkiye’de 1970’lerde baş göstermiştir (Kulahlıoğlu vd., 2022). Türkiye’de, son yıllarda meydana gelen tüm bilinçsiz kentleşme ve çevresel kirleticiler kullanımındaki artış ile ‘önemli risk altında bulunan ülkeler’ içine girerek gelecek 100 yıl içerisinde doğal kaynak kullanımında eksilmeler ve bazı bölgelerde hava sıcaklığının 6 °C’ye kadar yükselmesi neticesinde birçok ekolojik ve toplumsal sorun ile karşılaşabileceği ön görülmektedir (Koç, 2021).

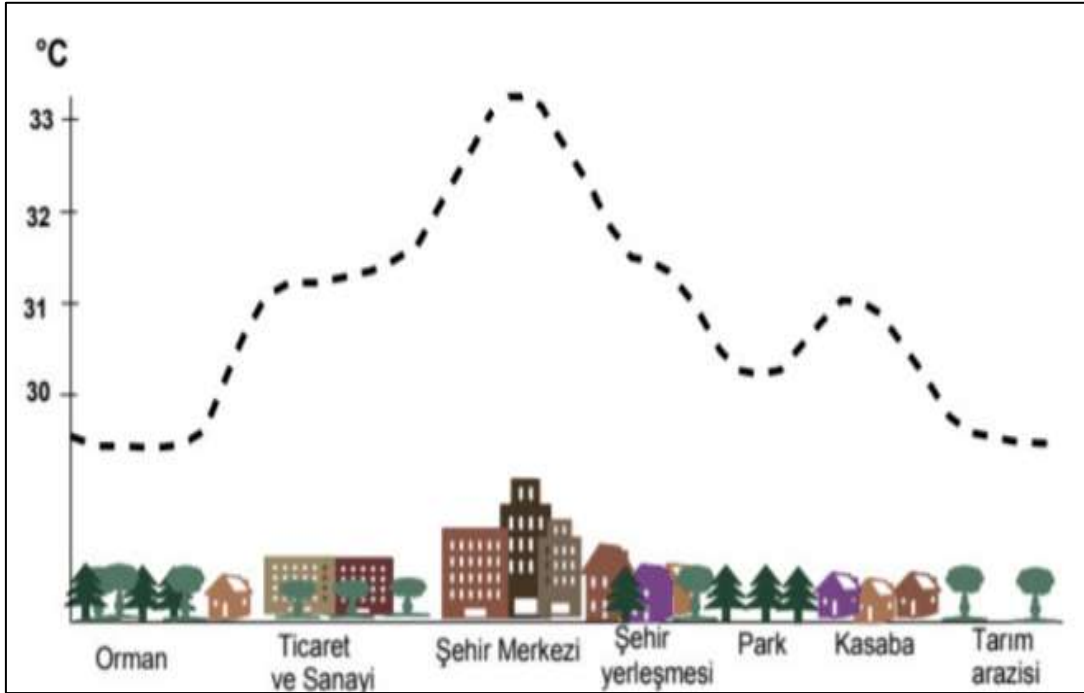
Yenilenebilir enerji kullanımının eksikliğini kentlerin tahribatıyla doğru orantılı şekilde ölçmek mümkündür. Mevzuat ve hukuki yargıların yeterli düzeyde olmadığı, ülkemiz ve az gelişmiş ülkeler gibi yerlerde yenilenebilir olduğu iddiasıyla kullanıma açılan hidroelektrik enerji santralleri ve jeotermal enerji santralleri inşaatı süresince tarım ve ekolojik yaşam alanlarını tahrip etmekte, bu durum doğa dostu olmadığını ve kent ekolojisine zarar verdiğini göstermektedir. Fosil kaynak tüketiminin genel olarak az gelişmiş ülkelerde yoğun şekilde kullanılması, kent ekolojisine zarar vermekte ve fazla kullanılması sonucu sera gazı etkisinin ortaya çıkmasında büyük rol oynamaktadır ve en önemlisi de bu durumun iklim değişikliğinin baş etmenlerinden biri olmasıdır (Güler, 2021).

#### **1.4. Kentsel Isı Adası Etkisi ve Oluşum Nedenleri**

Normal seyrinden çok daha hızlı bir şekilde artış göstermeye başlayan kent nüfusu, çevresel birçok değişimin tetikleyiciliğini üstlenmektedir. Bu durum beraberinde doğal peyzaj alanlarının tahrip edilip, yerini yapılaşmaya ile değiştirmesine neden olmakta ve kırsal saçak diye anlandırılabilir olan doğal peyzaj alanlarının kent merkezinden ayrıştırılarak etki bölgesinin azalmasına sebep olmaktadır. Kentte yetersiz kalan peyzaj alanlarının yanı sıra endüstriyel anlamdaki gelişmelerin de etkisiyle oluşan bu kentsel yığılmalar kent içerisinde yapılaşma ve ulaşımın yoğun kullanımlarını ortaya çıkarmaktadır. Bu durum da hava ve ısı kirliliğinin sebep olduğu çeşitli sentezlerin oluşumunun bölge iklimi ile etkileşimi neticesinde yerel bir iklim meydana getirerek ısı adası etkisini oluşturmaktadır (Ay, 2020). Bu etkinin genel anlamda yaz mevsimi aylarında kış mevsimine göre daha çok hissedilir olma durumu, kentsel ısı adası kavramının tespitinde analizlerin kentlere

özgü olması gerektiğini ortaya koymaktadır. Tespiti yapılırken yüzey ısı adası etkisi gibi sadece kent yüzey ısısının tespitinden farklı olarak kentsel ısı adası etkisi; mevsimsel, aylık, yıllık hatta günlük ısı ve hava dalgalarının mevcut olduğu zaman zarflarında ortaya konulması mümkündür (Diren Üstün vd., 2022).

Yüzey ısı adası kavramı ile kentsel ısı adası kavramı çokça karşılaşılan ve de karıştırılan iki kavramdır. Alansal olarak bir yerin ısı adası olabilmesi için, o bölgenin çevre alanlardan bambaşka bir ısıma ve soğuma olaylarını gerçekleştirebilir durumda olması gerekmektedir. Şöyle ki gün geçtikçe artış gösteren nüfusun etkisi kent üzerindeki dokuda çok açık bir şekilde görülmektedir. Şehir dokusundaki doğal unsurların azalması ve insan eli ile değişime uğrayıp yerini yapay sisteme bırakan kenlerin varlığı; ısı, nem ve rüzgar gibi hava olaylarındaki değişim ile kent içindeki durumun kırsala göre farklılık gösterdiğini gözler önüne sermektedir. Tüm bu değişimler sonucu oluşan sera etkisi, kentsel ısı adası kavramının oluşmasına sebebiyet vermekte, antropojenik unsurların varlığı bu etkisinin hissedilme derecesini arttırmaktadır (Özbilge, 2020). Kısacası kentsel ısı adası etkisinin ölçülebilmesinde hava sıcaklık değerlerinin tespiti ve yüzey sıcaklık değerlerinin tespiti yapılarak ortaya konulmaktadır (Şekil 6) (Külahlıoğlu vd., 2022).



Şekil 6. Kırsal ve Kentsel Bölgelerde Sıcaklık Yayılımı (Tuğaç, 2022).

Kentsel ısı adası etkisi oluşumuna yol açan bir çok çevresel, coğrafi, antropojenik ve kentsel bileşene bağlı etmen bulunmaktadır. Kent yapısında bulunan veya bulunması gereken bitki örtüsü tabakasının eksikliği, mevcut bütünlüğün parçalanması ve değişime uğraşması ekolojik olarak kente çevresel bir sorun olarak geri dönmekte ve bu durum da kentsel ısı adası oluşumunu tetiklemektedir. Coğrafi konuma bağlı yapılaşma ve yoğun kullanımın artışı, kent geometrisinin getirdiği nefes alamayan kent koridorlarının varlığı ve yerleşimdeki planlama yetersizliğinin getirdiği çarpıklık bu durumun başlıca sebepleri arasında yer almaktadır. Bununla birlikte hava kirleticilerdeki artış, yatayda ve dikeyde kullanılan yüzey malzemelerinin yetersizliği ve oluşan albedo etkisi, iklimsel farklılaşma ve güneş radyasyonlarının neden olduğu etkiler ve tüm bunların kentleşme ve kentsel nüfus yoğunluğuna dayalı antropojenik etkileri ile kent üzerinde oluşturduğu ısınmalar sonucunda ortaya çıktığı bilinmektedir. Kentsel ısı adası etkisi oluşumuna sebep olan bu etkenler kentler için ekolojik, ekonomik, sosyal ve birçok etkiyi beraberinde getirerek termal konfor anlamında da kentliyi olumsuz birçok yönde etkilemektedir (Somuncu, 2021).

#### **1.4.1. Çevresel Bileşenler**

##### **1.4.1.1. Bitki Örtüsü ve Arazi Kullanım Bozulumu**

Kentsel bölgelerde doğal bitki örtüsünde kullanım yoğunluğuna dayalı meydana gelen tahribatlar, beton ve alfast yüzeylerin kullanımındaki artış, geçirimli yüzeylerin azalmasına neden olmakta bu durum da beraberinde şiddetli yağışlar sonrasında yüzeye düşen su emiliminde azalmalara sebebiyet vermektedir. Arazi kullanım bozulumu ve bitki örtüsündeki azalmalar kentte su kaynaklarının kirlenmesine ve hava kalitesinin azalmasına sebebiyet vererek, kent içerisinde mikro düzeyde iklimi etkileyen faktörler olarak nitelendirmek mümkündür (Diren Üstün vd., 2022). Bitki örtüsü gibi kent içerisinde yer alması gereken yeşil alan sistemlerinin eksikliğine dayalı, yüzey akışındaki dengesizlik, yapay topografya ve buna dayalı ortaya çıkan suni gölge ve rüzgar gibi mikro iklim değişimleri kentsel ısı adası etkisi oluşumunu büyük ölçüde etkileyerek oluşumuna neden olmaktadır (Aksu, 2021).

İnsan konforunu olumsuz yönde etkileyen küresel sıcaklık artışı, ısı adası etkisine neden olan ve yüzey kaplama materyallerinden kaynaklı kentsel yüzey

ısısında yükselmeler oluşturmaktadır. Ayrıca kentlerde bitki örtüsü yoğunluğunun yüksek olduğu alanlarda diğer alanlara göre kent yüzey sıcaklığı daha az olduğu görülmektedir (Mercan, 2020). Kentlerde bitki örtüsünde meydana gelen tahribatlar ve getirdiği alansal değişimlere bakıldığında antropojenik etmenli mikro düzeyde iklim değişimleri oluşmakta, bu durum kentsel ısı adası etkisinin oluşumunu desteklemektedir. Bitki örtüsünün yoğun olduğu alanların, geçirimsiz yüzey alanlarına göre daha az sıcaklığa sahip olduğu ve eksikliğin termal konfor seviyelerini düşürdüğü görülmektedir (Ersoy Tonyalıoğlu, 2019). Bitki örtüsünde meydana gelen olumsuz yöndeki bozulmalar kentlerin ısı artışını da beraberinde getirmektedir. Kızılötesi ölçümlerde arazi yüzeyi üzerindeki bitki örtüsü yoğunluğunun yüksek olduğu alanlarda sıcaklık değerinin daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ağaç ve bitki örtüsü gibi bitkisel varlığın azaldığı her 50-100 m'lik bir alanda hissedilen hava ısının 3,5 °C'ye kadar yükseldiği tespit edilmiştir (Temizkan, 2020).

#### **1.4.1.2.Kentsel Yeşil Alan Bozulumu**

Kentsel yeşil alanlar işlevsel olarak kent için enerji tasarrufu sağlama, oksijen üretimi ile kirli havanın önlenmesi ve temiz hava temini, kent ısına etkisi, nem üzerindeki etkisi, atmosferde bulunan karbon tutulması ve sera gazına etkisi, su dengesi ve erozyon önleme açısından önemi, biyolojik çeşitliliği sağlama ve ekolojik yenilenmeye katkısı göz ardı edilemeyecek kadar önem arz etmektedir. Gürültü perdesi oluşturma özelliği, eğitim ve kültürel faydaları, rekreasyon faaliyetlerine imkan sağlama, sosyolojik fayda, beden ve ruh sağlığına etkisi gibi de birçok önemli olumlu özelliğe sahiptir. Özellikle geçtiğimiz yıllarda meydana gelen Covid 19 pandemi dönemiyle kentsel yeşil alanların varlığının kent kullanıcıları açısından önemi bir kez daha anlaşılmıştır (Bostancı, 2021). Kent içindeki yeşil alan kullanımının çevresel anlamda ısı adası etkisini düşürme, yaz aylarında serin hava etkisi katma, CO<sub>2</sub> miktarını azaltma, hava kirliliğini azaltma, ses absorbesi, rüzgar perdesi görevi, yaban hayatına yiyecek ve barınma için gerekli katlıyı sağlamakta, sosyal anlamda kente kimlik verme, fiziksel ve zihinsel aktivite alanı anlamında faydası görülmektedir. Ekonomik açıdan ise yeşil alana sahip konut ve mülk alanlarının satış işlemlerinde daha çok tercih edilmesi, bölgenin yaşam için tercih oranı arttırmaktadır (Sarı vd., 2020).

Kentsel ısı adası etkisi oluşumuna bir bariyer olarak kentsel yeşil alanların varlığı, oluşan ısıyı kırarak soğuk hale çevirmesi ve kirli havanın temizlenmesine olanak sağlamaktadır. Yapılan çalışmalarda kentsel ısı adası etkisini kırmak için yeşil alanların kent içindeki varlığının yaklaşık 10 hektardan daha büyük alanlara sahip olması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır (Tablo 3). Günümüz kent yapısındaki yetersiz yeşil alanlar, sağlıksız ve düzensiz yapılaşmaya meyil vererek kent sıcaklığını arttırmakta ve yeşil alanların da bu durumdan etkilenmesi ile kentin mikro iklimini etkilemekte olduğu dikkat çekmektedir (Özmen, 2020). Bitki örtüsü varlığının yüksek olması yansıma etkisinde azalmaya yol açtığı için kentsel ısı adası etkisinin de oluşumunu azaltmaktadır. Kent içerisinde ağaçların dikim konumları, yükseklikleri ve mekanlarda gölge oluşturma gibi özellikleri kentte termal konforu ve ortam ısını etkilemektedir. Bu duruma bakıldığında kentteki ağaç miktarının doğru şekilde planlanması kent içi nem, sıcaklık, güneş radyasyonu etkisi ve termal konforun istenilen düzeyde seyretmesine etkilidir (Aksu vd., 2020).

**Tablo 3.** Kent içi Açık Yeşil Alan Standartları (Özdemir ve Özkaynak, 2022).

| Parklar       | Etkili Hizmet Alan Yarıçapı (w) | Kullanıcıların Yaş Grubu | Kişi Başına Büyüklük (m <sup>2</sup> /kişi) | Hizmet Edilen Nüfus | ideal Büyüklük (ha) |
|---------------|---------------------------------|--------------------------|---------------------------------------------|---------------------|---------------------|
| Çocuk Bahçesi | 200-600                         | 0-3;4-7;8-15             | 4                                           | Mahalle             | 0,8-1,6             |
| Spor Alanı    | 2000                            | 7 ve Üstü                | 4                                           | Kent Bütünü         | 0,4-0,6             |
| Mahalle Parkı | 500-1.500                       | Bütün Yaşlar             | 8-12                                        | 3500-5000 Kişi      | 0,2-0,4             |
| Semt Parkı    | 1.000-2.500                     | Bütün Yaşlar             | 10-20                                       | 15.000-30.000       | 16-40               |
| Kent Parkı    | 1.000-10.000                    | Bütün Yaşlar             | 80                                          | Tüm Kent            | 4-80                |
| Bölge Parkı   | 25.000-100.000                  | Bütün Yaşlar             | 750-3.000                                   | Bölge               | 2.00-4.00           |
| Milli Park    | Tüm Ülke                        | Bütün Yaşlar             | Değişken                                    | Ülke                | Değişken            |

#### 1.4.1.3. Kentsel Ekoloji ve Ekosistem Bozulumu

Kent ekosistemleri sosyal, ekonomik ve politik açısından insan ve doğa arasındaki bağlantının önemli bir sistemi olan ekolojik bütün olarak ifade

edilmektedir. Peyzaj bileşenlerinin kent içerisindeki varlığı kent ekosistemine hizmet etmektedir. Kentlerin son dönemlerde bünyesine kattığı yoğun nüfus artışı kent arazisinden kullanım alanlarından olan kentsel ekosistemlerin parçalanmasına sebep olduğu görülmektedir. Peyzaj alanlarında meydana gelen bu parçalanmalar ülke genelinde ve kent içerisinde hava ve çevre kirleticilerinin artmasına neden olarak kentsel ısı adası etkine yol açmaktadır. Kentsel ekosistem hizmetleri göz önüne alınarak tasarlanan alanlarda insan elinin zarar verdiği tüm etkilerin minimum seviyelere indirilmesi amaçlanmaktadır. Kentleşme varlığının hızla arttırılması kentsel ekosistemlerin zarar görmesine ve kültürel, sosyal, ekolojik ve ekonomik alanda kayıplara uğramasına neden olmaktadır. Bu açıdan sürdürülebilir peyzaj ekolojisine sahip kentler için yeşil altyapı politikalarının kullanılması öngörülmektedir (Görmüş vd., 2021). Kent içi hava kalitesini sağlayan ve geçirgen yüzeyler sayesinde ekolojik ve mikro iklimik düzeyde kentin sürdürülebilirliğini koruyan yeşil alanlar, kentsel ısı adası oluşumunun önüne geçilmesinde çok önemli role sahiptir. Geçirimsiz yüzeylerin suyu geçirgenliğinden çok, suyu taşıma özelliğinin fazla olması yüzey sularının sel felaketlerine dönüşmesine neden olmakta bunun neticesinde kent içinde ekonomik ve ekolojik sorunlar gözlemlenmektedir (Özdemir ve Özkaynak, 2022).

Kentlerde ekolojik parçaları oluşturan ve en önemli açık yeşil alanlardan biri olan kent parkları, aslında farklı rekreasyon faaliyetleri için oluşturulup kullanılsa da kente ekolojik anlamda çok yönlü sürdürülebilir katkı sağlamaktadır. Kentte ısınmalara sebep olan iklim değişikliğinin getirdiği ve yansıtıcı olmayan yüzeylerin varlığı ile kentte ısı depolanması sonucu oluşan kentsel ısı adası etkilerini doğurmaktadır. Peyzaj alanlarının önemli bir parçası olan ve doğru planlandığında kente pek çok katkı sağlayan kent parklarının varlığı ile ısı adası oluşumlarının önüne geçilebileceği öngörülmektedir (Sayan Atanur ve Ersöz, 2020). Kent Park yeşil alanları, karbon emisyonlarını azaltmak için büyük bir potansiyele sahiptir. Bu nedenle, termal çevre basıncını azaltarak potansiyel karbon emisyonu azaltma kapasitesini belirlemek, değerlendirmek ve bu kapasiteyi kullanmak ısı adası etkisinin azaltılması konusunda önem taşımaktadır (Gao, vd., 2023).

### **1.4.2. Coğrafi Bileşenler**

#### **1.4.2.1.Coğrafi Konum**

Dünya üzerine gelen güneş ışınları, eksenin 23°'lik eğik olması ve yörüngenin güneşe olan yakınlığından kaynaklı yerkürenin değişik alanlarında miktar ve süre bakımından farklı şekilde düşmektedir. Yaşamsal alanın hangi enlemde bulunduğu yüzeye gelen enerji miktarını belirlemektedir. Yerküreye eğimle gelen güneş ışınlarının dik açıyla gelen güneş ışınlarına nazaran daha fazla emilerek yansıdığı tespitler arasında yer almaktadır (Bezirkan, 2022). Türkiye’de coğrafi ve yeryüzü imkanlarına bakıldığı zaman kıyı ve kıyıya sınırı olan kentler ekonomik ve sosyal açıdan daha çok tercih edilmektedir. Yoğun kullanımın getirdiği nüfussal artışa bağlı enerji kullanımı ile beraber gelen çevresel olumsuzlukların iklim değişimine olan negatif etkisi kontrolsüz ve planlamadan yoksun olarak gerçekleştirilmiş olan kentleşme yapısından kaynaklandığı söylenebilir. Ayrıca kıyı kentlerinin turizm gibi insan faktörüne çokça maruz kaldığı alanlar olmasından ötürü önemli ekonomik getiri bölgesi olmuştur. Bu getiri durumu kıyı kentlerini yapılaşmaya açılmasına teşvik ederek, aslında endüstrileşme ve konut vb. gibi kamusal alanlarının kurulumu için de büyük ölçüde zemin sağlamıştır. Tüm bu konuma dayalı etmenler iklim değişiminde kentsel ısı adası etkisi oluşumuna sebebiyet vermektedir (Partigöç ve Acer, 2022).

Yapılaşma yoğunluğu, yüksek katlı bina miktarı ve bunların homojenlik durumlarının aynı düzeyde olduğu kentler kıyaslandığında bile kentlerin veya seçilen alanların coğrafi konumları eğim, bakı ve yükselti gibi etmenlerin değişiklik göstermesi kent yüzey sıcaklığının değişiminde etkilidir (Topuz ve Geçen, 2021).

#### **1.4.2.2.Topografik Özellikler**

Kentlerde doğal alanların korunması, insan eli ile oluşturulan yapay çevrenin doğal alanlar üzerindeki etkisini aza indirerek bu alanların topografik çerçevede ve bitki örtüsü açısından korunmasına olanak sağlar (Temizkan, 2020). Kentlerin oluşum süresinde yerleşim olarak seçilmesinde morfolojik açıdan etkili olan bir diğer etmen de yüzey sıcaklıklarıdır. Yüzey sıcaklıklarının varlığı kentlerin sıcaklığını doğru orantıda etkilemektedir. Benzer arazi örtüsü ve kullanımına sahip olmasına rağmen aynı kent içerisinde bulunan iki ilçe kıyaslandığında, daha yüksek rakımlı, eğili arazide yer

alan ve deniz seviyesinden uzak yerlerin, düşük rakımlı, kıyı düzleminde yer alan bölgeye göre sıcaklık derecesinin 1°C daha yüksek olduğu ortaya konulmuştur (Topuz ve Geçen, 2021).

#### **1.4.2.3.Meteorolojik Bileşenler**

Kent alanlarının kullanımının şekillenmesi, bireylerin mekan tercihi açısından bakıldığında çevre koşullarının sıcaklık, yağış, nem ve termal konfor gibi niteliklerine göre tercih edildiği gözlemlenmiştir (Kısak, 2021). İklim değişikliğinde meydana gelen bozulmalar ile afet oluşumu arttırmakta ve bu afetler yeni oluşabilecek daha riskli doğa olaylarını da tetiklemektedir. BM iklim değişikliği kapsamında yapmış olduğu çalışmalarda, tehdit çarpanı olarak nitelendirdikleri bu yaklaşımın, meteorolojik olaylara bakıldığında sıcaklık düzeyinin artması, yağışlarda meydana gelen bozulmalar ve deniz seviyesinde oluşan dengesizlikler yüksek seviyeli hava olaylarını meydana getireceğini savunmaktadır (Baş ve Partigöç, 2022). Kentsel ısı adası etkisi kapsamında bakıldığında kentsel ve kırsal alanlar, normalden fazla değişim gösteren sıcaklık farklarından etkilenmektedir. Kentin yapısı, yapı yoğunluğu, büyüklüğü gibi etmenlerin yanı sıra kentteki rüzgar hızı, bağıl nem, bulutluluk oranı gibi meteorolojik faktörlerden de kentsel ısı adası etkisinin oluşumuna neden olmaktadır (Yücekaya, 2022). Meteorolojik olaylar çevresel yaşam alanları üzerinde etkisini direkt göstermektedir. Yağış, nem, sıcaklık ve rüzgar gibi iklimsel parametrelerin oluşturduğu eksi yönde değişimler insanların yaşam ve termal konfor koşullarında bozulmalara sebebiyet vermektedir. Genel anlamda bakıldığında yüzeylerin ısı absorbe gücü, güneş radyasyonu, sera gazı kapasitesi gibi kentsel ısınmalara etki eden iklimsel bozulmaları tetiklemekte, kent içi yaşamı ve termal konforu olumsuz anlamda etkilemektedir. Güneş radyasyonundan yeryüzüne gelen toplam 342 W/m<sup>2</sup>'lik değerinin tüm tutma ve yansıma etkileri sonucunda 161 W/m<sup>2</sup>'lik kısmı yeryüzü tarafından emilir. Öte yandan sera gazlarından gelen radyasyon ise yüzey tarafından 333 W/m<sup>2</sup>'lik bir miktarda soğurulur. Tüm bu enerji akışı küresel anlamda ısınmalara neden olur (Bezirkan, 2022).

Isı adası etkisinde yüzey bazlı hava sıcaklığı ölçümlerinde gerekli veriler meteorolojik tabanlı çalışmalar, meteorolojik istasyonlardan alınan veriler ve bunların modellenmesi ile ortaya konulur. Bir diğer ölçüm türü olarak ise gezici ölçüm

cihazlarının kullanılması ve yine elde edilen iklimsel verilerin işlenmesiyle tespit edilir. Öte yandan yüzey ısı sıcaklığının tespitinde uydu tabanlı görüntüler ve uzaktan algılama sistemleri kullanılarak ortaya konulur. Geleneksel ısı tespitinden daha pratik ve yaklaşık değer bakımından daha doğru sonuca ulaşmada kolaylık sağlayan uzaktan algılama sistemlerinin kullanımı yüzey ısı adasının tespitinde önemli bir yöntemdir. Yüzeyden yansıyan ısıнын atmosfere etkisinde yüzey ısı adası oluşumu ve bitki örtüsünün bu durumdaki rolü önemlidir. Yüzey ısısındaki termal durumun kentsel ısı adası etkisinde, değerlerin tespiti için önemli bir kaynak ve yöntem olarak kullanılan uzaktan algılama sistemleriyle veriye ulaşımı kolaylaştırmaktadır (Kesgin Atak ve Ersoy Tolunoğlu, 2020). Yüzey ısı sıcaklığında tespit edilen veriler meteorolojik çalışmalar, bitki örtüsünün değişim analizi, arazi örtüsü ve kullanım analizi ve küresel ısınma gibi pek çok çalışmada tercih edilen envanter türüdür. Uydu verilerinin kullanımı, çalışmaların daha ekonomik ve daha kapsamlı olması açısından tercih edilmekte ve yüzey ısısının bitkisel, gölgelik alan ve kuru toprak sınıfları uydu görüntüleri üzerinden daha kolay değerlendirilmesine olanak sağladığı görülmektedir (Akyürek, 2020).

#### 1.4.2.4. İklimsel Özellikler

Gündelik yaşam faaliyetlerinin gerçekleştirilebilmesinde önemli bir etken olan iklim kavramı, sağlanan koşullara göre olumlu ve olumsuz neticeleri doğurmaktadır. Kullanım alanlarının mevcut hallerinin insanlar tarafından nasıl işlendiği arazinin fiziksel durumuna da bağlı olarak kent iklimini etkilemektedir. Bir kentin en doğru ve nitelikli şekilde kullanılabilmesi için iklim parametrelerinin ne denli önemli olduğu dikkate alınarak sürdürülebilir bir yaklaşım sağlanmalıdır (Tablo 4).

**Tablo 4.** Kentsel ve Kırsal Alanlar Arasındaki Farklılıklar (Yasdıman, 2021).

| Meteorolojik Olay/Olgu     | Oran (Kentlerde)       |
|----------------------------|------------------------|
| Güneşlenme Süresi          | %5 – %15 daha az       |
| Günlük Ortalama Sıcaklık   | 0.5 – 1 °C daha yüksek |
| Maksimum Kış Sıcaklıkları  | 1 – 2 °C daha yüksek   |
| Don Gerçekleşen Gün Sayısı | 2 ila 3 hafta daha az  |
| Nispi Nem (Kış)            | %2 daha az             |

|                        |                     |
|------------------------|---------------------|
| Nispi Nem (Yaz)        | %8 - %10 daha az    |
| Toplam Yağış           | %5 - %10 daha fazla |
| Yağışlı Gün Sayısı     | %10 daha fazla      |
| Karlı Gün Sayısı       | %14 daha az         |
| Bulut rts           | %5 - %10 daha fazla |
| Kışın Sis Oluşumu      | %100 daha fazla     |
| Partikül Madde Miktarı | 10 kat daha fazla   |

Doğal alanların kentleşme ile betonlaşması, endüstriyel ve motorlu araçların artışı, evsel atık ve ısınmanın çevreye kirlilik olarak dönmesi gibi kent iklimini etkileyen faktörler, kentlerin mikro iklim seviyelerinde bozulmaya yol açması ile kentsel ısı adası etkisine maruz kalmasına önemli bir rol oynamaktadır (ağlak vd., 2022). Kentlerin birçok yönden gelişim göstermesi ekonomik anlamda da büyümeye yol açmaktadır. Ancak bu durum iklimsel açıdan bakıldığında kentleşmenin kentsel ısı adası etkisindeki rolü ortaya çıkar. Son çalışmalarda kentsel aerosoller ve kentsel ısı adası etkisinin kentleşme üzerinde iklimsel açıdan yağış potansiyelini ekileyeceği görülmektedir. Yağış rejisindeki bu düzensizlikler fırtına ve sel gibi olumsuz doğa olaylarının kentleşme ile artacağını ortaya koymaktadır (Kalkan, 2020).

#### 1.4.2.5. Antropojenik Etkenler

Kent nüfusundaki artış ile birlikte ekolojik anlamda birçok olumsuzlukların meydana gelmesi, sanayi devriminden sonraki artan endüstrileşme ile gündemdeki yerini ve önemini arttırmıştır. Dünya zerindeki insan popülasyonuna bakıldığı zaman kentler bu nüfusun %57'lik kısmını barındırmaktadır. Bu oran dünya alanında %2'lik bir yüzeyi kaplarken, bu kentler karbon emisyonu üretimi bakımından %75 oranında bir atık üretmektedir. İstatistiklere bakıldığı zaman, 2050 yılına kadar dünya üzerindeki insan nüfusunun %68,4'n kentlerin taşıyacağı öngörülmektedir (Cengiz, 2022). Kırıldan kentsele glerin artması kentlerin taşıma kapasitesini olumsuz yönde etkileyerek çarpık, düzensiz, sağlıksız ve altyapı bakımından yetersiz kent oluşumlarına sebebiyet vermektedir (Demirkapı, 2022).

İklim değişikliğinin en nc temsilcisi olarak konumlandırılan insan faktörü ile ortaya çıkardığı bu kentleşme ve getirdiği etkiler sonucunda oluşan sera gazı

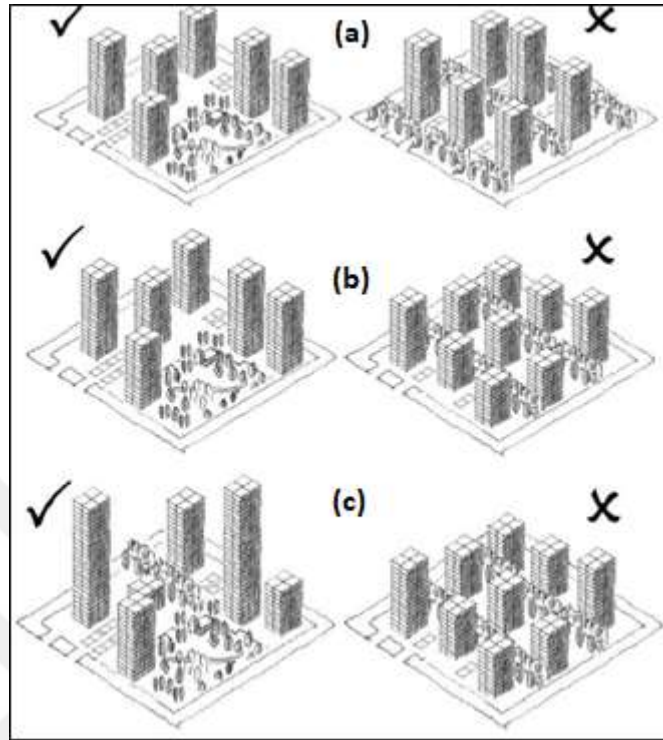
emisyonları doğal bozulumların en önemli etkilerinden biri olarak kabul edilmektedir. Kentte ısınma ihtiyacını gidermek için kullanılan fosil yakıt ve türevleri, içersinde %72 oranda CO<sub>2</sub> (karbondioksit), %19 oranda metan gazı (CH<sub>4</sub>) ve başka birçok zararlı gazı barından sera gazlarının ortaya çıkmasına neden olmakta ve hava kalitesinin kötü etkilenmesine sebebiyet vermektedir. Ayrıca tarım arazilerinin arttırılması için ormanlık alanların insan eliyle tahrip edilmesi ve katı atık seviyelerindeki artış yine sera gazı oluşumunu arttırmaktadır. Tüm bu tahribatlar kentsel ısı adası etkisine neden olarak, plansız kentleşmenin birden çok götürüsü olduğunu göstermektedir (Orhan, 2021).

### **1.4.3. Kentsel Bileşenler ve Kentleşme Etkisi**

#### **1.4.3.1.Kent Geometrisi ve Morfolojisi**

Yapılan çalışmalarda kentsel ısı adası etkinin oluşumunda sokak derinliği ve yüksek katlı binaların varlığından kaynaklı bir oluşum gözlemlenmektedir. Kanyon etkisi adı verilen bu durum enerji absorbe etme, rüzgar sirkülasyonu ve güneşten gelen ışınların yansıma durumunu kapsar. Yapılaşmanın çok sık olduğu alanlarda binalar arası ışınlar birbirleri arasında yansıyarak dışarı çıkması engellenir. Bu durum ısının kent içinden atılmasını engelleyerek ısı kütlelerinin oluşmasına neden olur. Bu bakımdan kent morfolojisi aslında iklim değişiminde birçok yönden etki barındırır. Mikroklimanın düzensiz olması ve bozulumlara uğramasında kent yapısının çok büyük etkisi vardır. Hava akışının kent dışına çıkamaması, sıcaklık dağılımının yapılar arasında kalması ile alakalıdır. Bu durumda gündüz kent yüzeyinde hapsolan ısının gece soğuması güçleşir, soğuması azalan kent yüzeyleri bünyesine depoladığı ısının yansıtılamaması sebebiyle kentin soğuyamamasına ve kentsel ısı adası etkisinin oluşmasına yol açar (Kömürcüoğlu, 2022). Sokak ile bina arasındaki orana göre ölçülen kent geometrinin yapısı kentte hava kirliliği ve rüzgar etkilerinin sokak kanyonu oluşumundaki durumun tespitinde gereklilik göstermektedir. Kent içi termal konforun ideal seviyelerde olması için sokak kanyon oranının 0.5 ile 1.0 arasında olması gerektiği tespit edilmiştir. Kent geometrisi yapısı sonucu sokak kanyonu etkisi oluşumunda konut yapısı, yapı cehpe kaplamaları, sokak uzunluğu ve genişliği, yapı yükseklikleri ve yoğunluğu gibi birçok parametreye göre çeşitlilik göstermekte ve etki

derecesi oluşturmaktadır (Şekil 7a-7b-7c) (Sarı ve Yılmaz, 2021).



**Şekil 7. a)** Yatay eksenle rastlantısal tasarım tercih edilmeli, **b)** Düşük TAKS oranı (taban alanı katsayısı) tercih edilmeli, **c)** Dikeyde rastlantısal tasarım tercih edilmeli (Kahraman, 2017).

Kent yüzey alanındaki gelişmeler ve kentleşmedeki yoğun artış, kullanım ile doğru orantılı şekilde kent morfolojisinin değişimini etkilemektedir. Kentleşmenin nedenleri arasında sıralanan kentsel büyüme, değişim, gelişim ve yayılma kavramlarına bakıldığında zaman, sadece nüfussal artıştan ziyade birçok sebepten ötürü kent morfolojisine etki gösteren kentsel yayılma kavramı ile karşılaşılmaktadır. Bu durum açık ve yeşil peyzaj alanların yetersizliği, gürültüde ve hava kirliliğinde meydana gelen artış, kriminal olayların baş göstermesi, konut ihtiyacında artış, sanayi ve alışveriş sektöründe kent merkezlerinin yeterlilik göstermemesi gibi birçok durum kentte yayılmalara sebep olmaktadır. Kent yüzeyinin plansız ve basit geometrik formlardan karmaşık hale geçmesi ile mikro düzeyde kent ikliminin değişimine sebep olacak faktörlerin oluşumunu tetiklemektedir (Köprülü ve Topçu, 2022). Kent morfolojisi kente sürdürülebilir bir ekolojinin sağlanmasında önemli role sahiptir. Bu bakımdan ekolojik planlama ve iklim değişimlerinin önüne geçmek amacıyla ekomorfolojik alanların varlığı önem kazanmıştır. Hava kalitesi, sürdürülebilir ekolojik

alanların varlığı, karbon ayak izi, afet riskli alanlar, iklimsel veriler ve hassas tüm ekosistemleri içinde barındıran eko-morfolojik sistem (Şekil 8), kent kimliğinin oluşumunda ve mekansal fonksiyonların işlevsel planlanmasında önemli bir araç olarak görülmektedir (Görgülü ve Görgülü, 2021).



**Şekil 8.** Eko-Morfolojik Yaklaşım Modeli (Görgülü ve Görgülü, 2021).

Kent geometrisi oluşturulurken tasarımda ağ yapı sisteminin kullanılması, çok fonksiyonlu peyzaj alanlarının varlığı ile oluşturulmalıdır. Buradaki önemli nokta yeşil alanların varlığının pek çok mekansal kullanım açısından çeşitlilik göstermesi ve doğal/yarı doğal peyzaj koridorlarının oluşturularak kente ekolojik fayda sağlamasıdır. Bu alanların sürdürülebilir şekilde planlanması ve kültürel değerler ile ekolojik işlevlerin bir araya getirilmesi, kent ile doğanın bütünleşik yaşanması açısından yeşil altyapı sistemleri karşımıza çıkmaktadır. Doğalı koruyarak kentin ekonomik açıdan büyümesi, doğal, kentsel ve kırsal alanlar arasında fonksiyonel ve işlevsel bağlantı oluşturması ve kentin tüm statüsünden kullanıcılarının istek ve ihtiyaçlarına yönelik payda sağlaması açısından yeşil altyapı kavramı önemli bir sistemin parçasıdır. Kentte peyzaj yapısının analizleri, varlık ve eksiklik yönünden tespiti yeşil altyapı sistemlerinin oluşturulmasında altlık olarak kullanılmaktadır. Öyle ki peyzaj metriklerinin analizleri sonucunda sayısal olarak işlenmesi ve alanların peyzaj ekolojisi açısından geçmişten günümüze değişimlerinin tespiti, kent ve içerisinde bulunan veya yakın çevresindeki açık yeşil alanların yapısı ve değişimlerinin tespiti ile stratejik açıdan doğru olarak planlanmış yeşil altyapı gibi önemli peyzaj alanların ortaya konulmasında altyapısal veriler ortaya konularak planlamalar yapılabilecektir

(Duru vd., 2022).

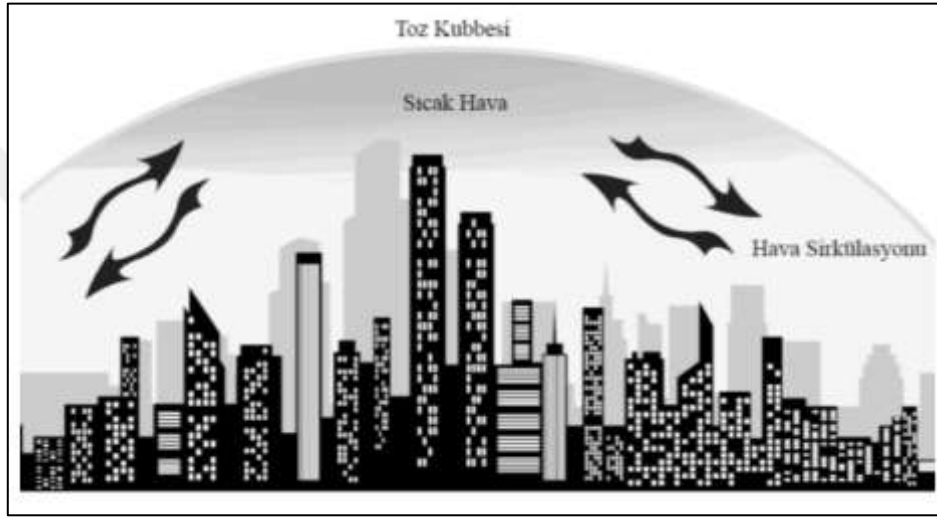
#### **1.4.3.2.Kentsel Yığılma Yoğunluğu**

Endüstriyel gelişmelerden sonra kırsaldan kentsele göç artarak kentsel yığılmaları meydana getirmektedir. Yaşanan artışla kentlerde nüfus yoğunluğuna dayalı birçok gelişim gözlemlenirken, metropolitan kentler çoğalmıştır. Bu durum kentsel yerleşim ve planlama anlamında önemli değişimlere yol açmaktadır. Kent merkezlerinden çevre sınırlara doğru gerçekleşen bu yayılım artan nüfus, teknolojik gelişmeler, ulaşım alanındaki büyümelerden ötürü oluşmaktadır. Fonksiyonellikten yoksun açık alanların bulunduğu ve yeşil alanların sadece özel konutların çevresinde barındıran planlanmamış kentlerde, kentsel saçaklanma adı verilen bu düzensiz kentleşme ve yığılma, nüfussal artışın getirdiği önemli sorunlardan biridir (Öncel ve Meşhur, 2021). Gelişen kentlerde görülen yatırım yığılmaları, kentte nüfussal artışla gelen ihtiyacı karşılamak için aşırı ve hızlı büyümeye yol açarak çevresel birçok zararı beraberinde getirmektedir. Nüfus ve kent kullanımındaki bu artış ile birlikte, küresel iklim değişikliği ve karbon ayak izinde yükselmeler meydana gelmiş, gürültü ve hava kirliliği, altyapı ve yeşil alanların yetersizliği gibi yaşam konforunu etkileyen birçok dışsal etmeni ortaya çıkarmıştır (Taylan Susan, 2021).

#### **1.5. Kentsel Isı Adalarının Ortaya Çıkardığı Temel Sorunlar**

Kentsel ısı adası etkisi geçmişten günümüze süregelen iklimsel ve çevresel sorunlardan biridir (Singh, Mohan, & Bhati, 2023). Kentler bünyelerindeki tüm bileşenleri ile birlikte çevreleriyle olan etkileşimleri sonucunda iklimsel özelliklerinin değişimine neden olmaktadır. Kentsel tasarımlar ile kent içi yüzeyler değiştirilmiş, aerodinamik olarak pürüzlü, genellikle fiziksel olarak geçirimsiz ve mekansal olarak heterojendir. Yoğun antropojenik ısı salınımı ile birlikte bu faktörler, kentsel yüzeyde ve kenti sarmalayan alt atmosferde önemli yerel iklim anormalliklerini oluşturmaktadır. Kalıcı kentsel sıcaklık anormalliklerinin kentsel yüzeyde ve atmosferde oluşturduğu bir iklim etkisi olarak tanımlanabilen kentsel ısı adası etkisi (Şekil 9), kentsel çevre üzerinde nem, bulutluluk, yağış, rüzgar, meteorolojik, hidrolojik, kimyasal ve biyolojik döngüleri de olumsuz etkileyebilmektedir (Varentsov vd., 2023). Kentsel ısı adası, kentsel alanlarda doğal çevreye oranla daha yüksek

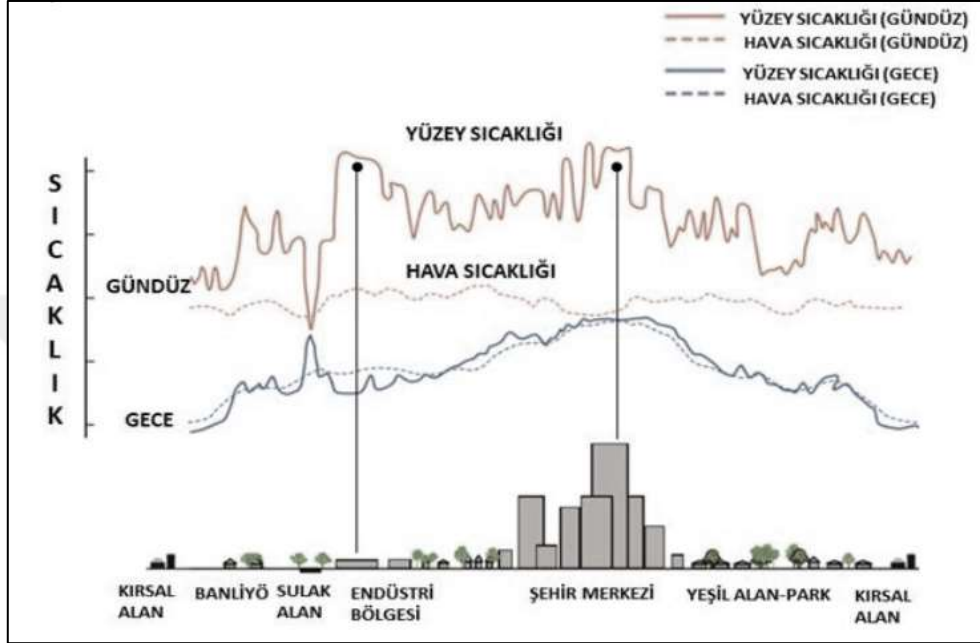
ısınmanın gerçekleştiği alanlardır. Uydu tabanlı görüntüleme yöntemleriyle belirlenen yüzeysel kentsel ısı adası ve meteorolojik verilerle belirlenen atmosferik kentsel ısı adası etkisi olarak iki grupta değerlendirilmektedir (D. Zhou, Sun, Li, Zhang, & Huang, 2023). Bu etki, küresel iklim değişikliğinin ve hızlı kentleşmenin ortak sonucu olarak kentler üzerinde oluşan ve büyük oranda etkisi küresel, bölgesel ve yerel düzeyde oldukça hissedilen ve önlenmesi için birçok idari, teknik, kurumsal, yasal düzenlemeleri gerektiren güncel bir konudur (Zhang, Li, Zheng, & Zhu, 2023).



**Şekil 9.** Kentsel Isı Adası Oluşumu (Düzgüneş ve Bezirkan, 2020)

Kentlerin yaşam kalitesini belirlemede bir faktör olarak görülen kentsel ısı adası etkisi, insan hayatını etkileyen sorunların oluşmasında rol oynamaktadır. Kentsel yığılma ve yayılım, coğrafi konum, kent geometrisi, kentli yaşam tarzı ve iklim değişimi gibi etmenlerin varlığı kentsel ısı adası etkisi oluşumunu tetiklemekte ve tüm bu olumsuzlukları getirdiği durum, ısınan kent merkezleri, mevsimsel ısı dengesizlikleri, termal konforun düşmesi, enerji kullanımında artış hastalık ve ölüm gibi birçok sıkıntıyı beraberinde getirmektedir (Şekil 10) (Temizkan, 2020). Kentsel ısı adası etkisini ve küresel ısınmanın oluşumuna sebep olan sera gazı emisyonlarının yükselmesi kent ve çevresini ekolojik anlamda tehdit etmekte ve çevre kirliliğini de beraberinde getirdiği görülmektedir (Görgülü ve Görgülü, 2021). Kentsel ısı adası etkisinin genel olarak yaz mevsimlerinde kent içerisindeki termal konfor düzeyini düşürdüğü, bitki örtüsündeki doğal vejetasyon süreçlerinin normalden erken başlaması ve geç bitmesine sebep olduğu ve enerji anlamında soğutma için harcanan giderek

arttığı gibi sorunların ortaya çıktığı tespit edilmiştir. Kentsel ısı adasının oluşturduğu diğer önemli sorunlara sağlık açısından da bakıldığı zaman; kronik hastalar, yaşlı ve çocuklar üzerinde de ölümcül sonuçlar doğurabilecek durumların varlığını ortaya çıkaracağı gözlemlenmiştir (Yeşil ve Güzel, 2022).



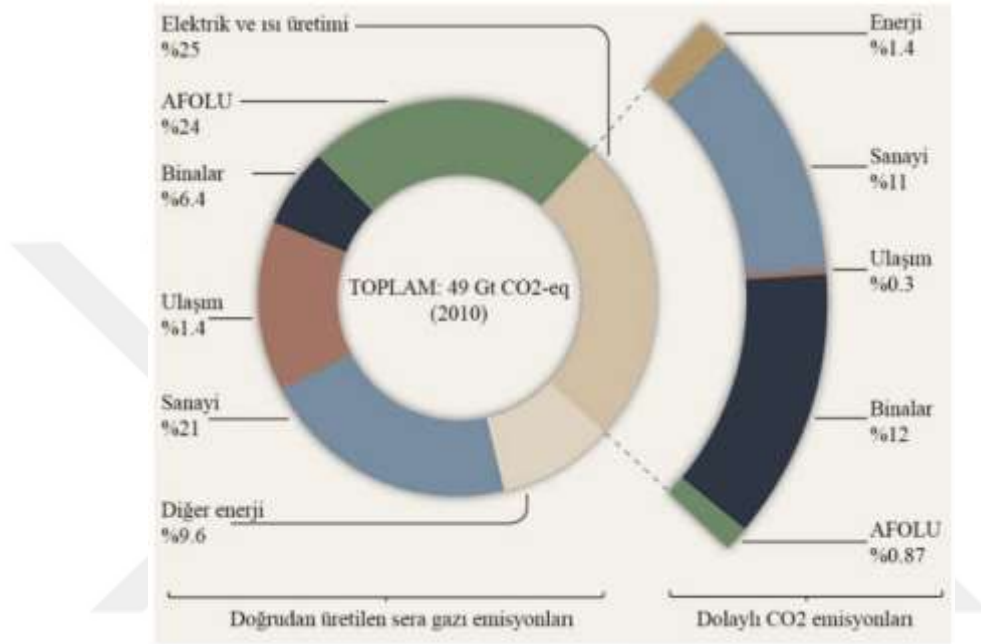
Şekil 10. Yüzey ve Atmosferik Isı Değişimleri (Tozam ve Bulut Karaca, 2018)

Dünya Sağlık Örgütü (WHO) ve Dünya Meteorolojik Organizasyonu (WMO)'nun birlikte yürüttüğü bir çalışmaya göre, sıcaklık artışında meydana gelen her 1 °C'lık ısınma canlılarda ölüm oranını %1 ile %5 arasında arttırmaktadır. 21. yüzyılın son çeyreklerine doğru iklim değişimlerine bağlı olarak ortalama sıcaklık değeri 2 °C ile 5 °C düzeylerinde artacağı düşünülmektedir (Yıldırım, 2022).

#### 1.5.1. Çevresel Sorunlar

Atmosferdeki gaz tabakasına tutunan güneş radyasyonu hissedilir sıcaklığa dönüşerek kentte ısınmaya yol açmakta ve sera gazı etkisini ortaya koymaktadır. Küresel anlamda aşırı iklim olaylarının etkilediği kentsel tüm alanların ekonomik ve sosyal açıdan pek çok problem ile karşılaşması olağan bir durumdur. Canlıların yaşamını tehdit eden sera gazı salınımı ve kent ısının normalin dışında reaksiyon göstermesi iklim değişikliğinin geldiği boyutu göstermektedir (Şekil 11) ve

önümüzdeki 30 sene içerisinde oluşabilecek tüm iklim krizlerinin kentleşme ve antropojenik etmenlerden kaynaklı olacağı öngörülmektedir. Oluşan sera gazı etkisinin yoğunlaşması kentte mikro iklimsel değişimlere yol açmakta, bu yolla oluşan ısı fazlalığı yerel boyutta iklim krizlerini ortaya çıkarması beklenmektedir (Erdem Okumuş, 2022).



**Şekil 11.** Antropojenik Sera Gazı Emisyonlarının Değeri (Erdem Okumuş, 2022)

### 1.5.2. Kentsel Termal Çevre

Kentlerdeki aşırı nüfus yoğunluğu, yeşil alan, su kaynaklarının ve doğal kaynakların aşırı ve plansız kullanımı, endüstriyel hava ve toprak kirliliği ve kentsel ısı adası etkileri dahil olmak üzere kent ekosistemleri ve ekolojisi üzerinde baskı oluşturmaktadır. Özellikle, kentsel termal çevresel riskler, şehirlerin inşa edilme süreçlerinde dikkate alınması gerekli önemli bir bileşenlerdir. Kentsel ısı adası yoğunluk alanlarının mekansal genişlemesi, bu etkinin mekansal-zamansal özelliklerinin yanı sıra insan faaliyetleri, arazi kullanımı ve arazi örtüsündeki değişiklikleri de yansıtmaktadır. Bu nedenle, kentsel ekolojik direncin sürdürülebilirliği için kentsel ısı adası etkisinin yayılmasının önlenmesi için bu etkiyi tetikleyen olguların ve yayılma özelliklerinin belirlenmesi ve tanımlanması önem taşımaktadır (Qiao vd., 2023).

Kentlerde iklim değişikliğini en aza indirmek, enerji sarfiyatını azaltmak ve kent içerisinde yaşam koşullarını en iyi seviyede tutmak için dış mekan termal konforunun uygun seviyelere olması gerekmektedir. Termal konfor kavramı insan, kent ve iklimin ortak bileşeninin bütünü olmakla birlikte; hava nispi nemi, sıcaklık, güneş radyasyonu, rüzgar gibi çevresel, giysi özelliği, vücut ısısı gibi kişisel ve ek olarak vücut kilo/boy, yaş, kilo ve iklime duyarlılık gibi oluşumuna pek çok etken kent içi yeşil alanlar, özellikle yaz aylarında ortam sıcaklığı dengelemek, dış mekan kalitesini artırmak ve sıcak mevsimlerde daha serin kentsel mekanlar oluşurmaktadır (Aksu vd., 2020). Kent içi sıcaklık değerlerinin 21  C ile 27  C arasında olması, havadaki nispi net mikarının ortalama olarak %30 ile % 5 oranlarında seyretmesi ve rüzgar hızının 5 m/s'lik değerden daha dışuk olduğu ikimsel koşulların, termal konforun kentli için en uygun değerler olduğu sonucuna varılmıştır (Yıldırım, 2022). Kentsel mekanlarda bitki kümeleri sundukları radyasyon absorbe ve gölgeleme özelliği sayesinde kent mikro ikliminin sağlığı için önemlidir. Yaprak yoğunluğu açısından yüksek özelliğe sahip bitkilerin güneş radyasyonunu engelleme oranları % 95'i bulmaktadır. Bu miktar yapraksız ya da az yapraklı bitkilerde %50 oranındadır. Ayrıca kent yüzeyinden yansıyan diğer ışınları da koyu pigmentleri sayesinde emen yaprak yüzeyleri, sergiledikleri bu özellik sebebiyle kent içi kullanımlarında mikro iklimi dengeleme açısından önemlidir. Kent yapılarında binalar arası mesafeler oluşturdukları boşluklar sayesinde hava geçişini kolaylaştırır. Bu durum dış mekanların termal konforunun arttırarak iç mekan için gerekli enerji kullanımını da aza indirir (Erdem Okumuş, 2022).

### **1.5.3. Peyzaj Ekolojisi**

Kentlerdeki hızlı nüfus artışı ve gelişimiyle beraber gelen kentleşme büyüyen kentler ekolojik sorunları da beraberinde getirmiştir. Bu süreçlerin doğru yönetilmesi için ekolojik duyarlılık, yeşil altyapı kavramları, ekolojik koridorlar gibi birçok kavram geliştirilmiştir. Bu ekolojik koridorların varlığı kırsal ve kentsel alanlarda enerji akışı için önemli bir etmenldir (Cengiz, 2022). Ekolojik parametreler dikkate alınarak bakılan peyzaj alanlarında, peyzaj bozulumu tespit edilmeli ve düzeltilmesi için gereken çalışmalar yapılmalıdır. Kültürel ve doğal peyzaj alanlarının dengesiz kullanım sonucu tüketilmesi peyzaj ekolojisinde geri dönülemez tahribatlara yol

açmaktadır (Yüksel vd., 2019). Günümüz denetimsiz ve planlamadan yoksun gelişim gösteren kentlerde ekolojik anlamda pek çok eksikliğe rastlanmıştır. Genel alana hakim olan yüksek yapılar ve kapladıkları yüzey alanların fazlalığı, dar sokaklar ve geçirimsiz yüzeyler güneş radyasyonunun neden olduğu ısıyı bünyesine hapsederek oluşan enerjinin dışarı çıkmasını etkilemektedir. Bu bozulmalar kentsel ısı adasının oluşumuna neden olmaktadır (Yücekaya, 2022).

Doğaya egemen olduğu düşüncesiyle ona zarar vererek kullanmaya başlayan insanoğlu, çevresel problemlerin aslında en önemli öncüsüdür. Endüstriyel faaliyetlerinin artmasıyla doğal kaynaklar ve peyzaj alanları üzerinde pek çok tahribat meydana gelmiş ve tüm bu olumsuz durumlar, oluşumuna iklimsel değişikliklerin sebebiyet verdiği doğal afetler olarak geri dönmüştür. Peyzaj ekolojisi dengesindeki bu bozulma insan sağlığını, yaban hayatını ve orman popülasyonlarının yok olması gibi daha pek çok yıkıcı neticeyi doğurmuştur. Toprak kirliliği, hava kirliliği ve su kirliliği ile hayatın birçok alanında ekonomik, ekolojik, sosyal, kültürel, turizm ve ulaşım yönünden göz ardı edilmemesi gereken bozulmaları meydana getirmiştir. Zincirleme olarak birbirini etkileyen tüm bu durumların iklimsel değişikliklerden kaynaklandığı, küresel ısınma ve kentsel ısı adası etkisi ile karşımıza çıktığı görülmektedir (Koçak ve Bozyurt, 2021).

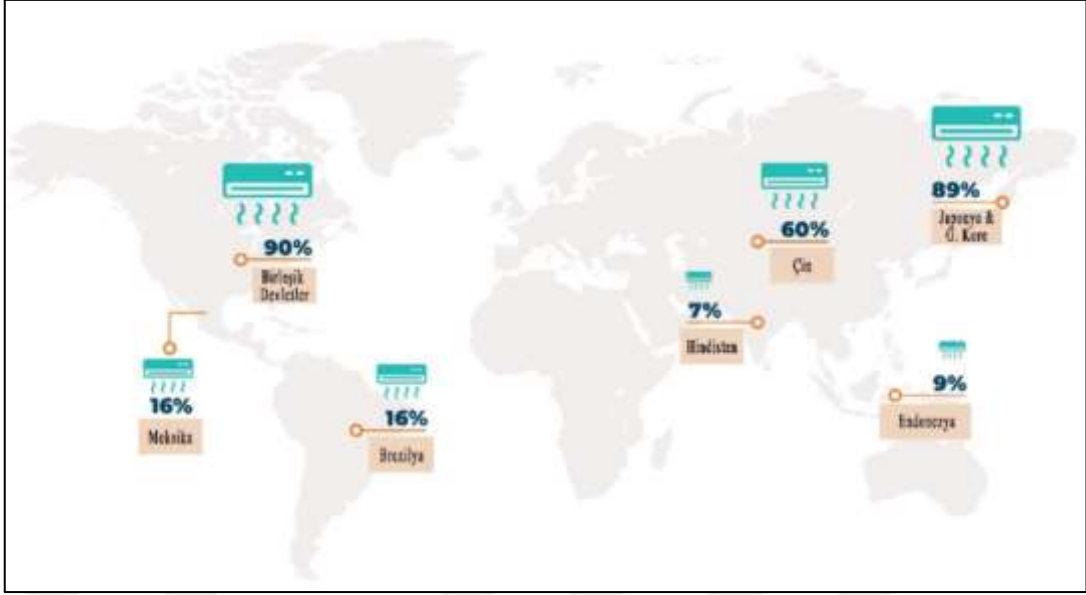
Küresel düzeyde, doğal afetler büyük ekonomik kayıplara, yer/mekan değişikliklerine, yaralanmalara ve ölümlere yol açmaktadır. Ancak doğal afetler, çoğunlukla ve genellikle, insan yapımı, doğal ve teknolojik nedenlerden kaynaklanmaktadır. Dünya nüfusunun yaklaşık %50'den fazlası kentsel alanlarda yaşamakta ve küresel ölçekte birçok kent doğal afete eğilimli bölgelerde bulunmaktadır. Kentsel alanlar, geçirimsiz yüzeylerin artması, doğal ekosistemlerin yok edilmesi ve küresel ısınmaya önemli ölçüde katkıda bulunan ısıyı hapseden sera gazlarının artması gibi artan tehlikelerle sonuçlanan antropojenik faaliyetler için odak alanlardır. Bu durum sonucunda dünya kentleri son zamanlarda birden fazla tehlikeden etkilenmekte ve bu tehlikelere bağlı olarak doğal afetlerin sıklığının arttığı gözlemlenmektedir (Kabiru, Kuffer, Sliuzas, & Vanhuysse, 2023).

Peyzaj kaynaklarında oluşan bu baskıyı kaldırmak ve daha yaşanılabilir kent ve peyzaj ekolojisine sahip kentlerin geliştirilmesi düşüncesiyle mavi-yeşil altyapı kavramı ortaya çıkmıştır. Planlama anlamında yetersizliğin önüne geçmek için kent

içinde mavi-yeşil altyapı bileşenlerinden olan kentsel yeşil alanların varlığını arttırmayı amaçlayan bu planlama prensibi ile sürdürülebilir kentsel alanların kent ekosistemine çözüm sunmaktadır. Kentliye sosyal ve ekonomik anlamda çok büyük fayda sağlamayı amaçlayan bu planlama prensibi ile hem kentsel yeşil alanları arttırmak hem de yüzey üzerine düşen suyun ekosisteme katılmasını sağlanması planlanmaktadır (Demircan vd., 2020).

İklim değişikliğinden kaynaklı yaşanan afet olayları, gerçekleşme sıklığı ve oluşturduğu tahribat gün geçtikçe artmaktadır. Afet Araştırma ve Epidemiyoloji (CRED) Merkezi'nin yaptığı çalışmaya göre son 20 yıl içerisinde 7348 doğal afet meydana gelmiş ve bu 1.23 milyon canın vefatına neden olmuş ve bu değerler gün geçtikçe artış göstermektedir. Doğal afetlerin oluşumundan kaynaklı ekonomik kayıplara bakıldığı zaman bu hasar 2,91 trilyon \$' kadar ulaşarak ciddi bir mali kaybı göstermektedir. İklimde meydana gelen kentleşme kaynaklı bu değişim, kentin yoğun kullanımı, yeşil alanların tahribatı ve oluşan sera gazının etkisiyle meydana gelen birçok ekolojik, ekonomik ve sosyal durumun düzeltilmesi için çeşitli politikalar ve planlamaların uygulanması gerekmektedir. İklim değişimi etkilerinin bir diğer yüzü ise taşkın ve heyelan kaynaklı göçler, altyapıda meydana gelen hasar, kuraklık, maddi kayıplar ve ekonomik hasar, ortaya çıkan salgın hastalıklar, su kıtlığı vb. pek çok sıkıntının baş göstermesidir (Baş ve Partigöç, 2022).

Kentleşme ile birlikte yoğun nüfusun kente yayılması, değişen iklim sorunları ve kentsel ısı adası etkisiyle artan sıcaklıkla mücadelede soğutma faaliyetleri için gereken enerji kullanımını artırmaktadır. Büyüyen kentler, kentlinin gelir seviyelerinde olumlu bir artışa sebep olurken, enerji ihtiyacında artan yoğun kullanım çevre üzerinde olumsuz etki oluşturur. Bu sayede, ısı artışına oluşan soğutma ihtiyacını karşılamak için kullanılan sürdürülebilir ve yenilenebilir olmayan mekanik soğutma sistemlerinden oluşan enerji, çevreye ekolojik anlamda olumsuz etki oluşturur. İklim değişikliği ve kentsel ısı adası etkisi sonucunda oluşan ekonomik sorunların ortaya çıkarılması için yapılan bir çalışmada, konutlarda kullanılan ısı soğutucuların 2 kat daha fazla ekonomik yük oluşturduğu tespit edilmiştir (Şekil 12). Edinilen sonuçlara göre enerji sürdürülebilir kaynaklarının kullanımının önemi her geçen gün daha çok anlaşılmaktadır (Duru ve Koç, 2022).



**Şekil 12.** Küresel Ölçekte Hane Sahiplerinin Soğutmada Kullandığı Mekanik Sistem (Duru ve Koç, 2022).

## 1.6. Kentsel Isı Adası Etkisinin Belirlenmesi

### 1.6.1. Leke-Koridor-Matrisleri

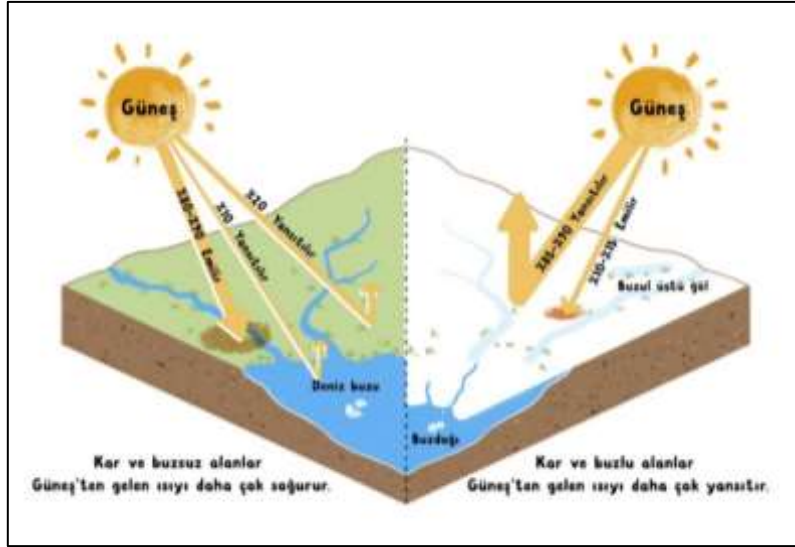
Kentin arazi kullanım modelinin ortaya konulmasında önemli bir araç olarak görülen peyzaj deseninin oluşturulma işleminde yerleşim alanları, bitki örtüsü, kayalık ve maden alanları leke, yollar, su kıyısı, ırmaklar ve su yüzeyleri koridor ve tarım alanları matris olarak ifade edilmektedir. Leke-koridor-matris ile yapılan çalışmalarda oluşan peyzaj desenleri, peyzaj ekolojisi için önem teşkil etmektedir. Kentsel planlamalar yapılırken göz önüne alınması gereken değişim ve dönüşümlerin tespiti, olan durumun ortaya konulması ve yapılması gereken tasarım çalışmaları için önemli bir altlık niteliğindedir. Kentleşmenin süreçsel ilerlemesinde etki gösterdiği alanların ortaya konulabilmesi için önemli bir envanter niteliğindedir. Öyle ki kentleşme ile nüfussal artış ve yapılaşma sonucu kent merkezlerindeki kullanım alan sınırları genişlemeye başlamaktadır. Bu durumla birlikte yeşil alanların yerini yapısal alanlar alır. Kent yeşil alanları dönüştürerek dışarı doğru yayılım gösterip büyür. Bu sınır genişlemelerinin tespiti, peyzaj alanlarındaki farklılaşmalar ve kentlerin yayılım gösterdiği alanların kontrolünü sağlamak açısından leke-koridor-matris yoluyla çalışma alanlarının peyzaj desen haritalarının oluşturulması oldukça önem arz etmektedir (Görmüş vd.,2018).

### **1.6.2. Zemin Tespiti**

Günümüzde kentsel alanlarda arazi kullanımıyla ilgili sıkça karşılaşılan sorunların başlıca nedenleri arasında yer alan küresel ısınma, sıcaklıklardaki hızlı değişimler ve kentsel ısı adası etkisi gibi etmenlerin belirlenmesinde arazi yüzey sıcaklıklarının tespit edilmesi önemli bir parametredir. Yüzeyden direkt olarak hissedilen ısı anlamına gelen yüzey sıcaklığı kavramı, iklimdeki değişimler ve bu değişimleri arazi örtüsüyle doğrudan ve dolaylı olarak etkileşiminin tespit edilmesinde kullanılmakta olan bir iklim parametresi olarak işlenmektedir (Kaçmaz, 2021). Kentleşmenin artmasıyla birlikte ekolojik ve çevresel sıkıntıların oluşmasına etki eden geçirimsiz yüzeylerin de varlığında artışlar görülmektedir. Peyzaj alanlarının yerini, geçirimsiz yüzeylere bırakması, mikro anlamda iklim değişimlerine neden olmakta, kuraklı ve kentsel ısı adası sorunlarının da oluşmasına sebebiyet vermektedir. Bununla birlikte geçirimsiz yüzey alanların yayılım göstermesi yüzey akışının artmasına, süresel ve miktarsal yoğunluk açısından değişim göstermesine yol açmaktadır. Tüm bu etmenler sel ve taşkın gibi olayların sıklıkla gerçekleşmesine sebep olurken, toksik ve patojen kirleticilerin de yüzey akış suyuyla taşınarak drenaj havzalarındaki göl, akarsu ve göletlerin kirlenmesine ve kalitesinin düşmesine sebebiyet vermektedir. Geçirimsiz yüzeylerin tespiti ve bu alanlar için yapılan planlamaların doğru şekilde yürütülebilmesi için hem iş yükü açısından daha kolay hem de maliyet açısından bütçeye uygun, uzaktan algılama yöntemleri uygun görülmektedir (Öztürk, 2023).

### **1.6.3. Albedo Etkisi – Kent Yüzeyi**

Kentsel ısı adası kavramı kentsel alanların kırsal alanlara oranla daha sıcak olması olarak tanımlanmaktadır. Kentlerin ısınmasında rol oynayan bir diğer etmen ise yüzey sıcaklığı ve albedo (Şekil 13) etkisidir. Bu durum kent yüzey alanlarındaki koyu renkli ve geçirimli olmayan alanlarının düşük albedoya sahip olmasından kaynaklandığını ortaya koymaktadır. Düşük albedo yani güneş ışığını yansıtma oranındaki bu alçak seviyede durumu, yüzeyde ısının daha fazla tutunmasına sebebiyet vermektedir ve bu durum kentte ısınmalara yol açmaktadır. Kentteki antropojenik ve endüstrileşme kaynaklı bu ısı miktarındaki artış, yüzey malzemesi, yeşil alan yetersizliği, hava kirliliği ve kentin morfolojik yapısıyla da etkileşimi sonucunda kentlerde ısı adası etkisi oluşumunu etkilemektedir (Çamaş ve Ekşioğlu Çetintahra, 2022).



Şekil 13. Albedo Etkisi (URL-1)

Yüzey kaplamalarının geçirimsiz malzemelerden ziyade çim ve bitkisel alanlar olarak tercih edilmesi ortam sıcaklığını olumlu yönde etkilemektedir. Alansal bakımdan 2.4 dekarlık bir açık yeşil alan çevresinden yaklaşık olarak 7 °C daha serin bir halde olduğu gözlemlenmiştir (Adıgüzel vd., 2022).

Kentlerde yüzey alanından kaynaklı iklim değişimi sebepleri olarak görünen arazi örtüsünün yok edilmesi, terleme ve buharlaşmadaki değişim/düşüş ve yüzey malzemesinden kaynaklı albedo değerindeki değişimler (Şekil 14) kentsel ısı adası oluşumunu etkilemektedir. Geçirimliliği olmayan yüzey malzemeleri ve albedo değeri düşük dokuların kullanılması (beton, asfalt vb.) termal açıdan kente ısı olarak dönmekte ve su döngüsünü de olumsuz yönde etkilemektedir (Tuğaç, 2022).



Şekil 14. Düşük Albedo ve Yüksek Albedo Işıma oranları (URL-2)

Kırsal alanlar kentsel alanlara göre daha hızlı ısınıp daha hızlı soğumaktadır. Kentlerde bu durum beton, asfalt vb. yüksek özgül ısıya sahip alanlardan oluştuğu için yavaş ısınmakta ve bu ısıyı bünyesinde daha uzun süre tutup sonrasında daha yavaş soğumasına neden olmaktadır. Kullanılan malzemelerin ısıyı depolama ve enerji aktarımı açısından türüne göre farklı özellik sergilediği de tespitler arasındadır (Yasdıman, 2021) (Tablo 5).

**Tablo 5.** Bazı Materyallerin Albedo Kapasiteleri (Yasdıman, 2021).

| Madde<br>(kuru hal) |            | Yoğunluk<br>( $\text{kg m}^{-3} \cdot 10^3$ ) | Özgül Isı<br>( $\text{J.kg}^{-1} \text{K}^{-1} \cdot 10^3$ ) | Isı kapasitesi<br>( $\text{J m}^{-3} \text{K}^{-1} \cdot 10^6$ ) |
|---------------------|------------|-----------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| Asfalt              |            | 2.11                                          | 0.92                                                         | 1.94                                                             |
| Beton               | Havali     | 0.32                                          | 0.88                                                         | 0.28                                                             |
|                     | Yoğun      | 2.40                                          | 0.88                                                         | 2.11                                                             |
| Taş                 | Ort.       | 2.68                                          | 0.84                                                         | 2.25                                                             |
| Tuğla               | Ort.       | 1.83                                          | 0.75                                                         | 1.37                                                             |
| Kil                 |            | 1.92                                          | 0.92                                                         | 1.77                                                             |
| Kiremidi            |            |                                               |                                                              |                                                                  |
| Ahşap               | Gevşek     | 0.32                                          | 1.42                                                         | 0.45                                                             |
|                     | Yoğun      | 0.81                                          | 1.88                                                         | 1.52                                                             |
| Çelik               |            | 7.85                                          | 0.50                                                         | 3.93                                                             |
| Cam                 |            | 2.48                                          | 0.67                                                         | 1.66                                                             |
| Sıva                | Jipsli     | 1.28                                          | 1.09                                                         | 1.40                                                             |
| Jips                | Ort.       | 1.42                                          | 1.05                                                         | 1.49                                                             |
| Yalıtım             | Polyestren | 0.02                                          | 0.88                                                         | 0.02                                                             |
|                     | Mantar     | 0.16                                          | 1.80                                                         | 0.29                                                             |

Kentleşme ile birlikte geçirimsiz yüzeylerin geniş alanda yer kaplamaya başlaması, yüzeysel ısınmaların meydana gelmesini ve yağış suyunun toprağa ulaşamamasını sağlar. Bu da sel ve taşkınları beraberinde getirir. Bu gibi durumlarda gri altyapı ile mücadelede ve yeşil altyapının kent içindeki varlığını arttırmada, sistem ile uyumlu geçirimli betonlar tasarlanmıştır. Bu geçirimli betonlaşma sayesinde, yüzeye düşen yağış beton gözeneklerinden toprağa ulaşabilmekte, daha fazla hava ve su aktarımı sağlanmaktadır. Ayrıca araç lastiğinden kaynaklı sürtünme ile oluşan ses ve ağır metaller gibi çevresel kirleticilerin azaltılması sağlanmaktadır. Yüzeyin sıcaklığı tutma kapasitesinin varlığı kentsel ısı adası etkisinin aza indirilmesinde önemli role sahip olmaktadır (Tokgöz vd., 2022).

Yer yüzey sıcaklığının artması kentsel ısı adası oluşumunda önemli etmenlerden biridir. Kentsel ısı adası oluşumunun önüne geçmek için, albedo değeri düşük

malzemelerin kullanımını azaltması, yüzeyde depolanacak olan ısıyı düşürülmesini sağlayacaktır. Geliştirilmesi gereken en önemli stratejilerden biri kullanılan çatı, yer kaplaması ve bina cephe malzemelerinin yüzey yansıtıcı değerleri yüksek olan materyallerin kullanımını arttırmak olarak görülmektedir (Yücer, 2023). Genel olarak bakıldığında arazi örtüsünde meydana gelen değişimler materyallerin cinsi ve albedo değerine göre yaydığı enerji miktarını etkilemektedir (Akkurt, 2020).

Yüksek ve sık konumlanmış binaların cephe malzemeleri ve sert zemin yer döşemelerinin ısı tutucu koyu malzemelerden yapılmış olması, güneşten gelen ışınların yapılarca depolamasına ve bu durum kent ortamının ısınmasına sebep olmaktadır. Yer yüzey sıcaklığı üzerinde yapılan çalışmalara göre, geçirimsiz yüzeylerin kullanımındaki azalmalar sayesinde yüzey ısısında 8°C değerinde bir ısı azalması görülmektedir. Bu değer kent içi termal konfor açısından oldukça önem teşkil etmektedir (Çalış, 2023; Somuncu, 2021).

Kentsel ısı adası oluşumuna tedbir almak için bitkilendirme çalışmaları, pürüzlü yüzeylerde bulunan suların buharlaşması, albedo değeri yüksek malzemelerin kullanılması, çatı ve terasların bitkilendirilmesi gibi çalışmalar yapılmalıdır. Yüzey malzemelerinden kaynaklı ısınmaların önüne geçilebilmesi için serin malzemelerin kullanımı iyi bir alternatif olarak görülmektedir (Çalış, 2023).

#### **1.6.4. Coğrafi Bilgi Sistemleri ve Uzaktan Algılama**

Kentsel ısı adası ile alakalı yapılabilecek çalışmalarda yöntem olarak sayısal modelleme çalışmaları, uydu görüntüleri ile oluşturulan çalışmalar ve meteorolojik verilerden elde edilen çalışmalar olmak üzere üç başlık altında toplamak mümkündür. Uydu verileri ile yapılan çalışmalara incelendiğinde, Landsat-8 uydu görüntüleri ile ArcMap kullanılarak arazi yüzey sıcaklığı haritaları oluşturulmakta ve kentsel ısı adası etkisi oluşuma etki eden ve kentsel ısı adası oluşumunda etkili farklı değişkenler tespit edilmektedir. Band-10 ve Band-11 yardımıyla Arazi Işınım Değeri tespit edilmekte, parlaklığın sıcaklığı hesaplanmakta ve bu sayede yer (arazi) yüzeyi sıcaklığı tahmin edilmektedir. Meteorolojik verilere dayalı olarak gerçekleştirilen çalışmalarda, mikro düzeyde elde edilebilen verilerdayalı olarak, belirlenen aralıktaki yıllara göre Landsat uydu görüntülerinin yardımıyla arazi örtüsü yoğunluğu ve sıcaklık verilerinin analizi yapılabilmektedir. Meteorolojik verilerden elde edilen değerler yardımıyla CBS

ortamında kentin yıllar içerisinde değişen durumunu ortaya koyan sıcaklık haritası oluşturulabilmektedir. Son olarak üçüncü veri elde etme yöntemine göre, mikro düzeyde elde edilen çalışmalarda, ağaç yoğunluğu çok olan bir alan ile ağaçsız bir alan arasındaki sıcaklık değer farkının mevcut olduğu tespit edilmiştir. Bir alan bitki örtüsüyle kaplıyken, aynı renk başka malzemeyle kaplı bir diğer alana göre daha düşük sıcaklık değerlerine sahip olduğu görülmektedir. Kentsel ısı adası etkisinin tespitinde meteorolojik sıcaklık verilerinin CBS ortamında haritalandırılması yardımıyla bu etkinin varlığının tespiti mümkündür (Erkek vd., 2020; Işık, 2021; Şirvan ve Akın Tanrıöver, 2023).

Arazi örtüsü ve kullanımında ortaya çıkan değişimlerin ve kentselleşme sürecinin, arazi yüzey sıcaklığına etkisinin belirlenmesi, bu parametrelerin UA yöntemleriyle işlenmesi ile oluşturulabilmektedir. Yaşanan değişimlerin yerel ölçüm ve arazi çalışmalarıyla tespiti hem güç hem de maliyetli olmasından dolayı, teknolojik açıdan kolaylık sağlamakta olan UA ve CBS kullanımı, bu verilerin daha doğru ve uygun şekilde tespitinde imkan oluşturmaktadır. CBS yöntemi kullanılarak, ölçüm yapılmak istenilen mekansal değişimlerin tespiti ve diğer ölçüm türlerinden olan uydu görüntülerinden yararlanılarak oluşturulan veriler ile arazi kullanımı ve arazi örtüsünde oluşan değişimlerin yüzey sıcaklığı kapsamında değerleri saptanabilmektedir. Bu sayede, meteoroloji istasyonlarından elde edilen sıcaklık verileri ile Landsat görüntülerinden elde edilen sıcaklık verileri arasındaki farkın tespit edilmesi sağlanmaktadır (Kaçmaz, 2021). Uydu görüntülerinden elde edilen indekslerin, arazi örtüsü değişim durumları ve yer yüzey sıcaklığı değerleri arasındaki ilişkinin analizlerini ortaya koyabilmek için bazı yaklaşımlar geliştirilmektedir. Öte yandan kentsel ısı adası etkisinin gece ve gündüz vakitlerinde kent üzerindeki durumunun uzaktan algılama yöntemleriyle karşılaştırması yapılarak, kent geometrisi, konut yerleşim yapısı ve kentsel dokunun yer yüzey sıcaklığına etkileri gözlemlenebilmektedir. Uydu görüntüleri yardımıyla elde edilen arazi örtüsü analizleri ve yüzey sıcaklıkları tespit edilerek kente ait kentsel ısı adaları tespit edilmektedir (Akyürek, 2020).

#### **1.6.4.1. Harita Tabanlı Kentsel Yeşil Altyapı Sistemi**

Küresel düzeyde kentlerin yeşil altyapı bileşenlerinin haritalanması ve bilgi sistemlerine işlenmesi yönetim çalışmaları için önemli veri sağlamaktadır (Tablo 6)

(Coşkun Hepcan, 2019).

**Tablo 6.** Dünya Geneli Kentsel Yeşil Altyapı Sistemi Haritalama Uygulamaları

|                                                                                              |                                                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| Boston (ABD)<br>kentindeki<br>Zümrüt kolye<br>(Emerald<br>Neclace) Yeşil<br>Altyapı Haritası |    |
| Stockholm Yeşil<br>Altyapı Haritası                                                          |   |
| Londra Açık-<br>Yeşil Alan<br>Sistemi Haritası                                               |  |



#### 1.6.4.2. Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndeksi (NDVI) ve Normalleştirilmiş Fark Yapı İndeksi (NDBI) Değerleri

Landsat 8 uydu görüntüleri yardımıyla kentsel mekanların yer yüzey sıcaklığı, Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndeksi (Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)) değerleri belirlenebilmektedir (Güneş vd., 2021; Ödül ve Kuşçu Şimşek, 2019; Yücer, 2023). NDVI haritaları, bitki örtüsü yoğunluğunun ve sıklığının dağılımındaki mekansal değişikliklerin nicel olarak tanımlanmasını sağlamaktadır. Bununla birlikte, Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak arazi üzerinde yapılaşma dağılımı ve yoğunluğunun mekansal değişimini temsil etmek için Normalleştirilmiş Fark Yapı İndeksi (Normalized Difference Building Index (NDBI)) nicel değerleri de haritalandırılmakta ve kentsel ısı adası ile etkileşimi değerlendirilmektedir. Yüksek NDBI değerleri yoğun yapılaşma ve yerleşim bölgelerini düşük olan NDBI değerleri ise bitki örtüsünün mevcut olduğu bölgeleri temsil etmektedir (Gadekar, vd., 2023; Hamed Fahmy, vd., 2023; Mishra ve Garg, 2023).

## 2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

Çalışma ile ilgili verilerin literatür destekli ortaya konulmasından sonra tez konusu ile alaka gerekli tüm etmenler göz önüne alınarak, kentsel ısı adası etkisi oluşumu ve yönetiminde ortaya konulması gereken envanterlerin oluşturulması için çalışma alanının halihazır planı, Landsat 8 uydu görüntüleri, CBS tabanlı uzaktan algılama sistemi gibi materyal ve yöntemler kullanılmıştır.

### 2.1. Materyal ve Metod

Araştırma ile ilgili temel olarak baz alınan çalışma alanı Rize kenti olarak belirlenmiştir. Kent merkezinden yaklaşık olarak 1-1,5 kilometre uzaklıkta yer alan Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı çalışma alanı olarak seçilmiştir. Kentin genel dokusunu tespit etmek; ulaşım, bitki örtüsü, yaşam ve yerleşim alanlarını geniş açıdan görmek amacıyla öncelikle Rize kentinin Google Earth görüntülerinden faydalanılarak saha ve tespit çalışmaları yapılmıştır. Çalışma alanı diğer kent parklarına göre daha geniş alana sahip olması, arazi bitki örtüsündeki çeşitlilik, yaşam ve yerleşim alanları gibi etkinlik imkanı sağlayan birimleri de içinde barındırmısı ve arazi yüzey çeşitliliği sebebiyle tercih edilmiştir.

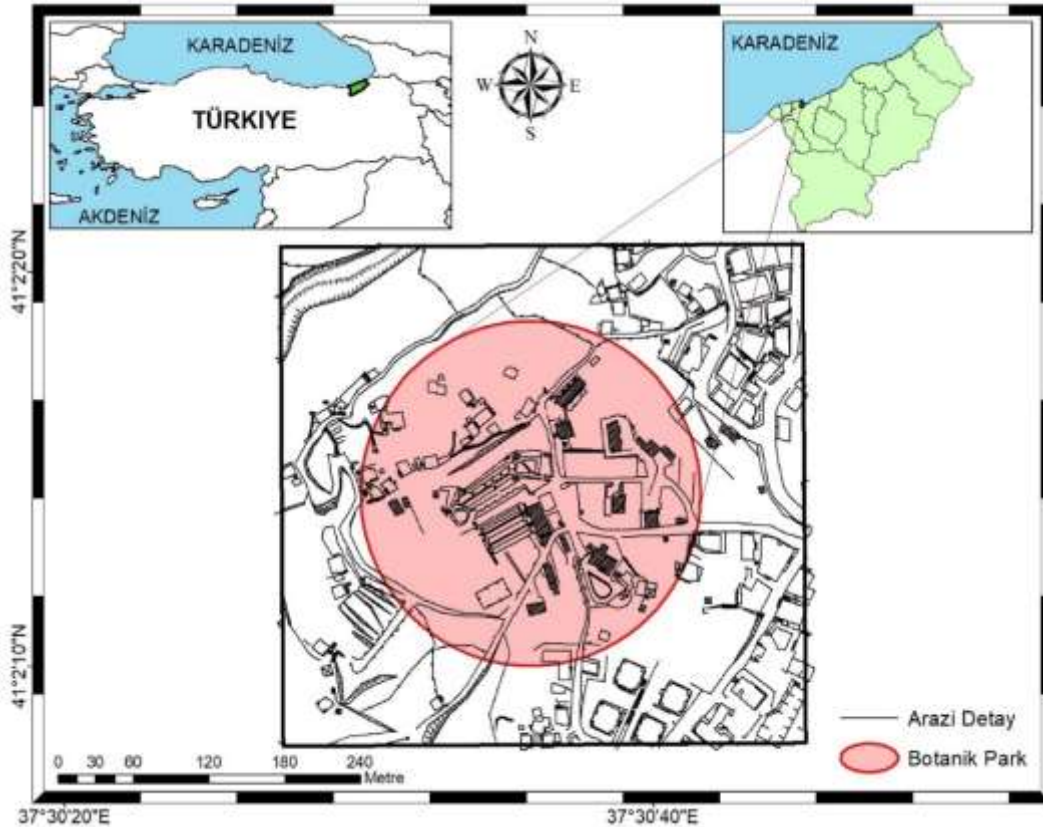
Çalışmanın devamında tercih edilen diğer materyaller aşağıda şu şekilde sıralanmıştır:

- Çalışma alanına ait Rize Belediyesinden elde edilen 1/1000 ölçeğindeki halihazır haritalandırma ve imar planı çalışmalarından faydalanılmıştır.
- Çalışma alanıyla ilgili halihazır verilerinin güncellenmesinde Google Earth verilerinden destek alınmıştır.
- Rize İli İklim Verileri; T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteorolojik veri İşlem Dairesi Başkanlığından temin edilmiştir. MEVBİS (Meteorolojik Veri Bilgi Sunum ve Satış Sistemi) Rize ili istasyonlarına ait OMGİ (Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu) İklim Verileri; T.C. Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü 11. Bölge Müdürlüğünden elde edilmiştir. Kentin hava sıcaklığı ve yağış oranlarının 2012-2022 yılları boyunca yıllık ve aylık analizinin oluşturulması için MGM'den alınan verilerden yararlanılmıştır.

İlgili çalışmada kentsel ısı adası etkisinin oluşumunun tespit edilmesinde yardımcı kaynak olarak, literatür destekli geçmiş yıllara ait yurtiçi ve yurtdışı akademik tez, makale, dergi, internet aramaları vb. kaynaklardan elde edilen çalışmalar yardımcı materyal niteliğinde kullanılmıştır.

## 2.2. Çalışma Alanının Tanımlanması

Tez çalışması için Rize ilinde çalışma alanı olarak seçilen Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı sahip olduğu lokasyon, rekreasyon ve bitki örtüsü açısından oldukça zengin bir dokuya sahiptir. Coğrafi konum olarak Türkiye'nin Doğu Karadeniz Bölgesi'nde bulunan, Trabzon ve Artvin kentlerine komşu, 40°-22' ve 41°-28' doğu meridyenleriyle 40°-20' ve 41°-20' kuzey paralelleri arasında 3920 km<sup>2</sup>'lik bir yüzey alanına sahip Rize kenti içerisindeki (Çorbacı vd., 2020) Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı olarak tercih edilmiştir (Şekil 15).



Şekil 15. Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı Lokasyon Haritası



**Şekil 16.** Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı Google Earth Uydu Görüntüsü (Erişim Tarihi: 26.07.2023)

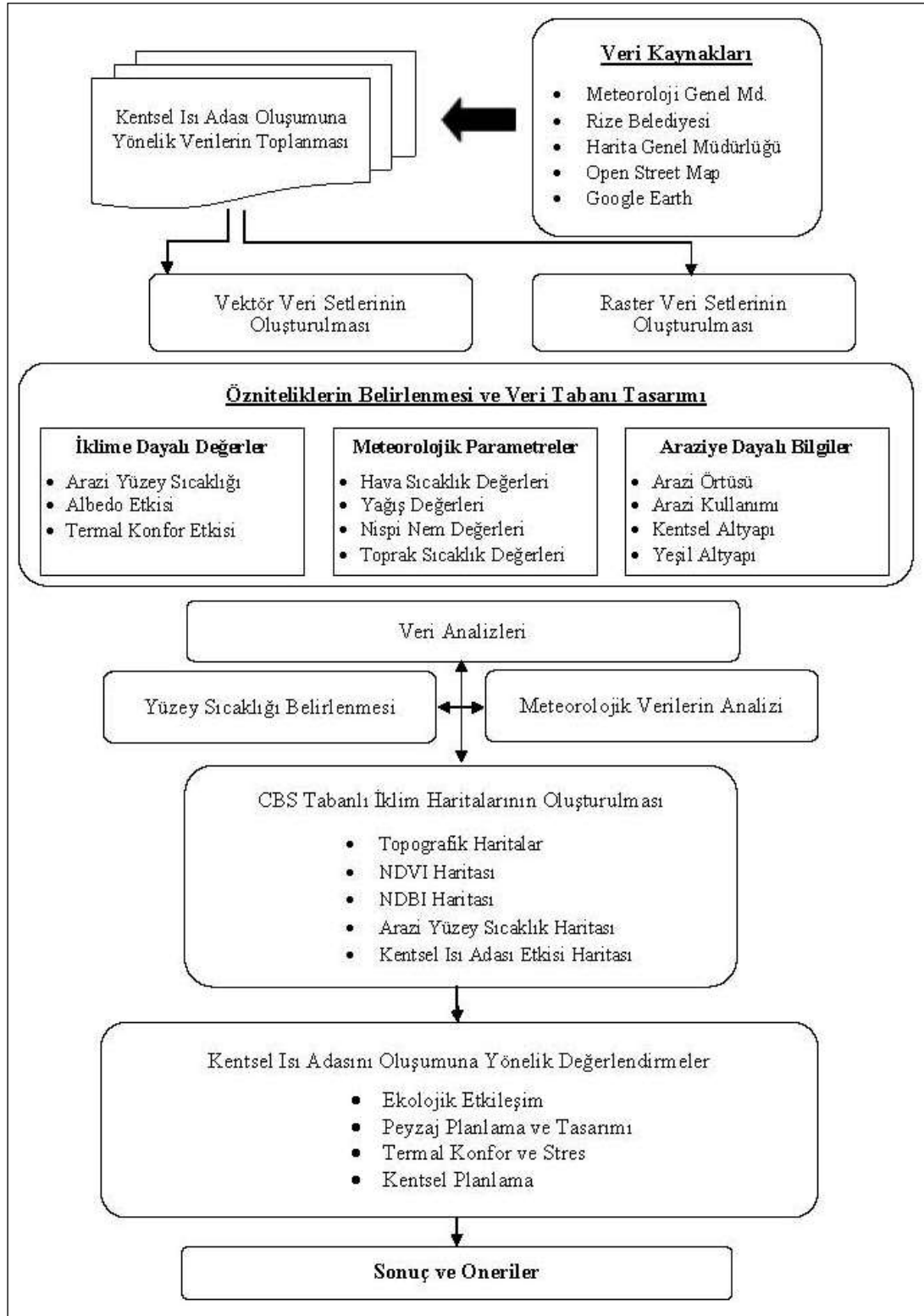
Kentsel ısı adası etkisi konulu tez çalışmasında konum olarak Rize kentinde yer almakta olan 51500 m<sup>2</sup>'lik bir alana sahip, 100 m rakımda yerleşim gösteren ve kıyıya olan uzaklığı yaklaşık olarak 1200m'lik bir uzaklıkta bulunan Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı tercih edilmiştir (Şekil 16). Türkiye geneli iklim ve yağış oranların bakıldığında en çok yağış alan yerlerden biri olarak bilinen Rize kenti, yeşil alan varlığı, topografyası, tarihi ve kültürel yapısı ile dikkat çeken kıyı ilidir. Coğrafi ve topografik yapısından ötürü kentsel yerleşim ve etkinlik alanları kırsal alanlara oranlara daha az yer kaplamaktadır. Bu durum göz önüne alındığında Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı kent içerisinde gereken faaliyet ve yeşil alan örtüsü kapasitesinin yoğunluğundan dolayı kent içerisinde turizm ve yerli insanlar için doğal çekicilik ve özellikler barındıran bir alan olarak görülmektedir. Çalışma alanına bakıldığında, denize karşı duruşu, dağ, çay bahçeleri ve Rize Kalesi manzarasına hakim bir görüntü sunmaktadır (Çorbacı vd., 2022). Ayrıca bu alanın çalışma konusu

olarak tercih edilmesinin diğ er bir nedeni, parkın diğ er kent parklarına g ore daha eski bir (1924 yılı) yapım yılına sahip olmasıdır. Park içinde meydana gelen değişimlerin, kentin yapısına etkisinin g ozlemlenmesinde ve bu değişimlerin kent ekolojisine hangi açıdan katlı sağladığını daha iyi şekilde tespit edilmesine yardımcı olacaktır. Rize kent ikliminin durumu, Karadeniz İ limi özelliklerinden coğrafi konumu sebebiyle farklılık göstermektedir. Kaçkar Dağları ile Kafkas Dağlarının birleşiminden oluşan set, kenti Sibiry  soğuklarından korumakta ve kış mevsimlerinin daha ılık geçmesine sebep olmaktadır. Mevsimlere göre en çok yağışı sonbaharda alan kent, ilkbahar aylarında en az yağışa sahiptir. Karadeniz İ liminin kışları ılık ve yağmurlu, yazları ise serin geçmekte oluşunu Rize kentinde de görmek mümkündür. İ limin özelliğinden kaynaklanan her mevsim yağışlı geçmesinin sonucunda bağlı nem oranı %75 gibi yüksek bir değere sahip olmaktadır. Yağış miktarı ise 2300 mm ortalamaya sahiptir. Kentin ortalama yıllık sıcaklık farkı 15 C  iken, ortalama sıcaklık miktar 14 C  olarak kayda geçmektedir. Kent içerisinde sis ve bulutluluk oranına bakıldığında yaklaşık değer 307 gün olarak belirlenmiştir ( akmak ı, 2020). Rize kentinin nüfus miktarı 2021 yılına göre 1.646 kişi daha azalarak, 2022 yılında 344,016 kişi olarak tespit edilmiştir. Nüfusun 172.187'ini erkek, 171.829'unu kadın nüfusu oluşurmaktadır (URL-3, 2022) (Tablo 7).

**Tablo 7.** Rize Kenti Son 10 Yıllık Nüfus Grafiği (URL-4, 2022).

| <b>Yıl</b>  | <b>Rize Nüfusu</b> | <b>Erkek Nüfusu</b> | <b>Kadın Nüfusu</b> |
|-------------|--------------------|---------------------|---------------------|
| <b>2022</b> | 344.016            | 172.187             | 171.829             |
| <b>2021</b> | 345.662            | 173.430             | 172.232             |
| <b>2020</b> | 344.359            | 172.469             | 171.890             |
| <b>2019</b> | 343.212            | 171.571             | 171.641             |
| <b>2018</b> | 348.608            | 174.130             | 174.478             |
| <b>2017</b> | 331.041            | 164.978             | 166.063             |
| <b>2016</b> | 331.048            | 164.727             | 166.321             |
| <b>2015</b> | 328.979            | 163.379             | 165.600             |
| <b>2014</b> | 329.779            | 163.003             | 166.776             |
| <b>2013</b> | 328.205            | 162.918             | 165.287             |
| <b>2012</b> | 324.152            | 160.351             | 163.801             |

### 2.3. Metodoloji



Şekil 17. Akış Şeması (Metodoloji)

Coğrafi konumu, iklimsel özellikleri ve doğal ekolojik özellikleri bakımından oldukça zengin yapıya sahip Rize kentinin, çalışma konusu olan kentsel ısı adası etkisi kapsamında ekolojik etkileşimini tespit etmek, kent içi sıcaklık surunu, peyzaj deseni ve iklimsel veriler yardımıyla, ısı adası etkisi oluşumuna etkileri ve etki ettiği özellikleri bakımından tercih edilmiştir. Kent içi termal konfor, yeşil alanların yeterlilik durumu, sıcaklık değerlerinin gözlemlenmesi ve elde edilen veriler kapsamında kentsel ısı adası oluşumuna etki eden/edecek olan varlıkların durum tespiti yapılması planlanmaktadır. Çalışmanın akışı (Şekil 17); araştırma konusu, amacı ve kapsamını oluşturulması, seçilen konu ile alakalı literatür destekli bilgilerin elde edilmesi, seçilen alan üzerinden araştırmalar yapılması, yöntem, alanın ekolojik özelliklerinin tespiti, iklimsel ve alansal verilerin analizi, değerlendirme yapılması ve bulguların oluşturulması ile elde edilen sonuçları değerlendirerek, ortaya çıkan veriler ışığında konu ile alakalı çözüm önerileri sunmak şeklinde ortaya konmuştur.

### **2.3.1. Arazi Yüzey sıcaklık (LST) Değerlerinin Belirlenmesi**

Rize ili genelinde kentsel ısı adası etkisinin harita tabanlı elde edilmesi amacıyla ArcMap kullanılarak 2023 Temmuz ayı Landsat-8 görüntüsü kullanılarak, Rize ili Arazi Yüzey Sıcaklık haritası oluşturulmuştur. Bununla birlikte kentsel ısı adası etkisi ve kentsel ısı etki alanı varyans indeksi haritaları da oluşturulmuştur.

### **2.3.2. Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeks (NDVI) ve Normalize Edilmiş Yapı İndeks (NDBI) Değerlerinin Belirlenmesi**

Genelde Rize kent ölçeğinde özelde Rize Botanik Çay Bahçesinde bitki örtüsü yoğunluğunun ve sıklığının dağılımındaki mekansal değişikliklerin nicel olarak tanımlanması amacıyla Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndeksi (Normalized Difference Vegetation Index (NDVI)) değerleri Landsat 8 uydu görüntüsü kullanılarak ArcGIS 10.5 programı ile NDVI haritası oluşturulmuştur. Bununla birlikte yine Landsat 8 uydu görüntüsü kullanılarak ArcGIS 10.5 programı ile arazi üzerinde yapılaşma dağılımı ve yoğunluğunun mekansal değişimini temsil etmek için Normalleştirilmiş Fark Yapı İndeksi (Normalized Difference Building Index (NDBI)) nicel değerleri de haritalandırılmıştır.

### 2.3.3. Albedo Etki Değerlerinin Belirlenmesi

Yer yüzey materyalleri, renkleri ve dokuları farklılaştıkça güneşten gelen ışınları yansıtıcılık veya tutuculuk değerleri değişmektedir (Tablo 8). Yansıtıcılık (albedo), yükseldikçe malzemenin yüzey ısı oranı düşmekte, albedo değeri azaldıkça, malzemenin depoladığı ısı miktarı artmaktadır (Mamizadeh, 2019).

**Tablo 8.** Arazi örtüsüne göre albedo değerleri (Mamizadeh, 2019).

| Arazi Örtüsü        | Albedo Değeri |
|---------------------|---------------|
| Su (açıya bağlıdır) | 0.10          |
| Bataklık            | 0.10          |
| Kum                 | 0.20          |
| Karışık Arazi       | 0.20          |
| Çayır               | 0.20          |
| Fundalık            | 0.15          |
| Çalılık             | 0.20          |
| Karışık Orman       | 0.10          |
| İğne Yapraklı Orman | 0.10          |

Yapı cephe malzemeleri ya da doğal ve yapay yer yüzeyinde bulunan malzemelerin albedo değerleri, maddenin rengine ve malzeme türüne göre ısı tutucu ya da yansıtıcı özellik göstermektedir (Tablo 9).

**Tablo 9.** Farklı malzemelerin albedo değerleri (Çalış, 2023; Somuncu, 2021).

| Malzeme                                | Albedo    |
|----------------------------------------|-----------|
| Yüksek Yansıtıcı Özellikteki Çatı      | 0.60-0.70 |
| Beyaz Boya                             | 0.50-0.90 |
| Çimen                                  | 0.25-0.30 |
| Taş/Kaya                               | 0.20-0.40 |
| Ağaçlar                                | 0.15-0.18 |
| Kırmızı veya Kahverengi Kiremit/Fayans | 0.10-0.13 |
| Beton                                  | 0.10-0.35 |
| Kıvrımlı Çatı (ondüleli)               | 0.10-0.16 |
| Katran ve Çakıl                        | 0.08-0.20 |
| Asfalt                                 | 0.05-0.20 |

#### 2.3.4. Kentsel Isı Alanları Değişimi ve Ekolojik Değerlendirme İndeksleri

Kentsel ısı adası etkisi, arazi yüzey sıcaklığı, ortalama arazi yüzey sıcaklığı ve yüzey sıcaklık değerlerinin standart sapma değerlerine dayalı olarak hesaplanmaktadır. Kentsel ısı adası etki alanlarının zamansal ve mekânsal dağılımının belirlenmesi amacıyla kentsel ısı alanı değişim/varyans indeksi (Urban Thermal Field Variance Index (UTFVI)) kullanılmaktadır. UTFVI değerleri, arazi yüzey sıcaklığı değerlerine ve ortalama arazi yüzey sıcaklığı değerlerine dayalı olarak belirlenmekte ve UTFVI indeksleri tanımlanan değer aralıklarına (Tablo 10) göre sınıflandırılmaktadır. Kentsel ısı alanları değişim indekslerine dayalı olarak da ekolojik değerlendirme indeksleri tanımlanabilmektedir (Çelik, 2019; Naim ve Kafy, 2021; Sobrino ve Irakulis, 2020).

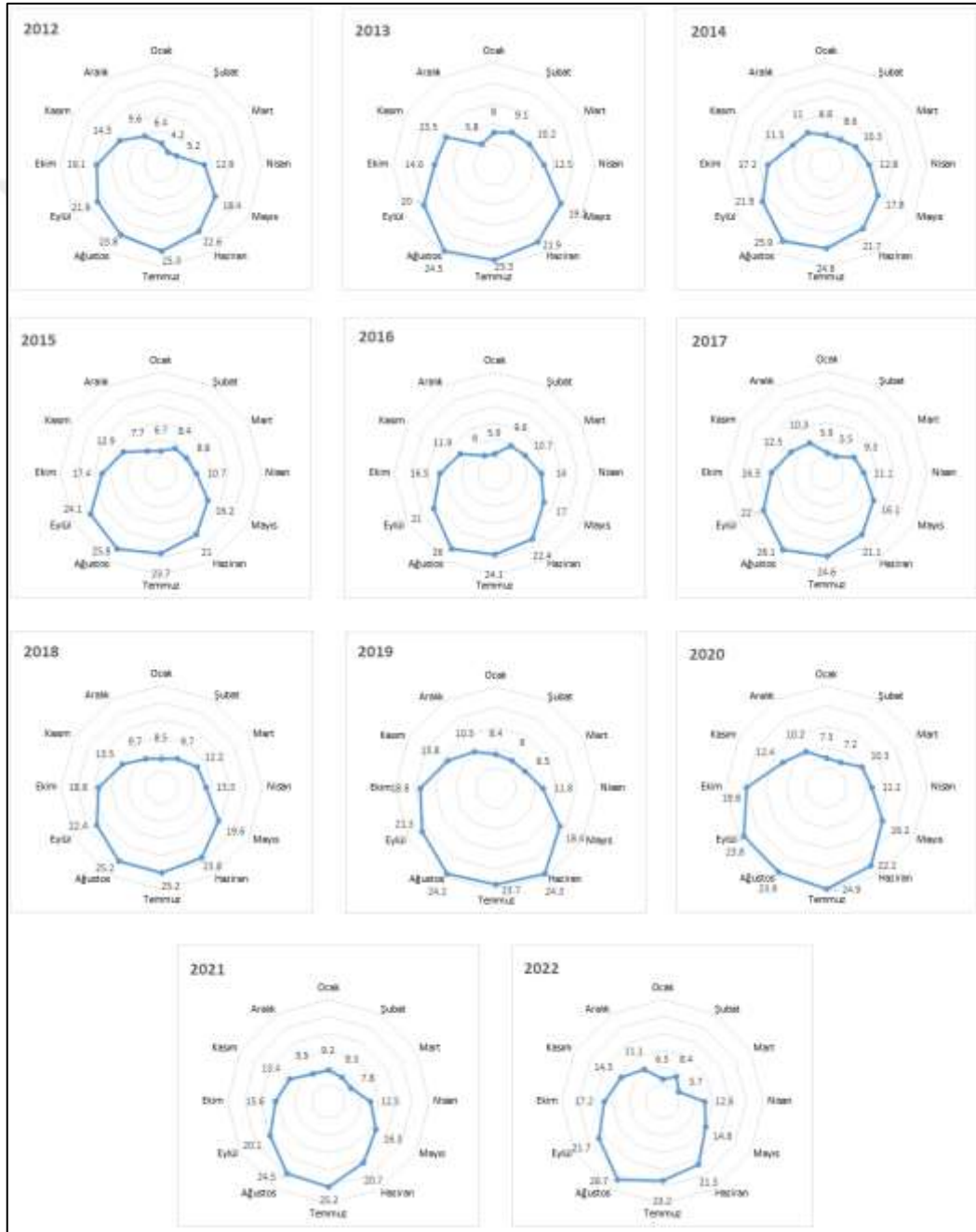
**Tablo 10.** Kentsel Isı Alanları Varyans İndeksleri ve Ekolojik Değerlendirme İndeksleri

| Kentsel Isı Alanları Varyans İndeksleri | Kentsel Isı Adası Etki Değeri | Ekolojik Değerlendirme İndeksleri |
|-----------------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| < 0                                     | Yok                           | Çok Yüksek                        |
| 0 – 0.005                               | Düşük                         | Daha Yüksek                       |
| 0.005 – 0.010                           | Orta                          | Orta                              |
| 0.010 – 0.015                           | Yüksek                        | Düşük                             |
| 0.015 – 0.020                           | Daha Yüksek                   | Daha Düşük                        |
| > 0.020                                 | Çok Yüksek                    | Çok Düşük                         |

### 3. BULGULAR

#### 3.1. Rize İli Kent Merkezi Hava Sıcaklık Değişim Değerleri

Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden elde edilen, Rize ili kent merkezine ait 2012 – 2022 yılları arası aylık ortalama sıcaklık verileri grafik haline getirilerek sunulmuştur (Şekil 18).



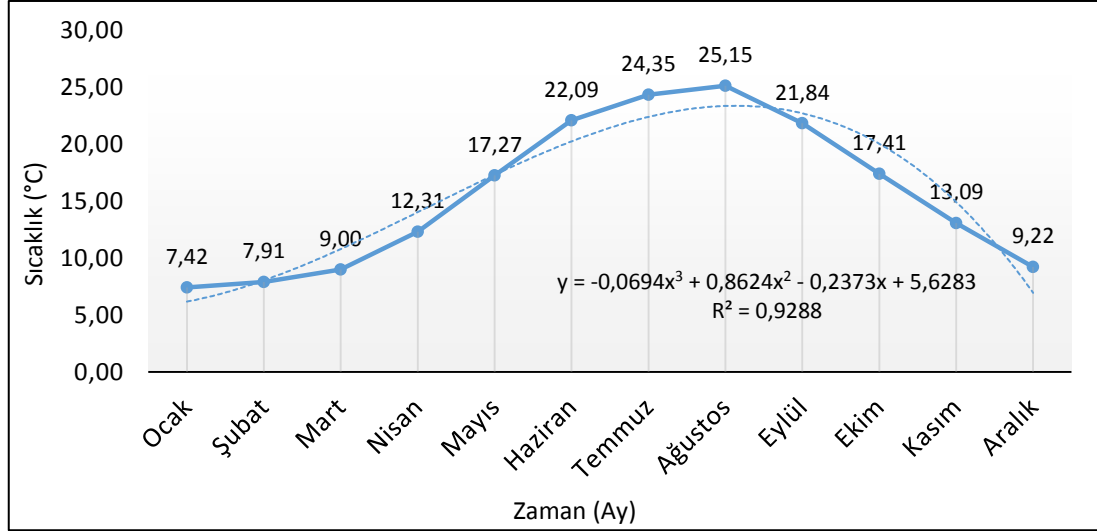
Şekil 18. 2012 – 2022 Yılları Arası Aylık Ortalama Sıcaklık Değişimi

**Tablo 11.** 2012 ve 2022 Yılları Aylık Ortalama Sıcaklık Değişimi

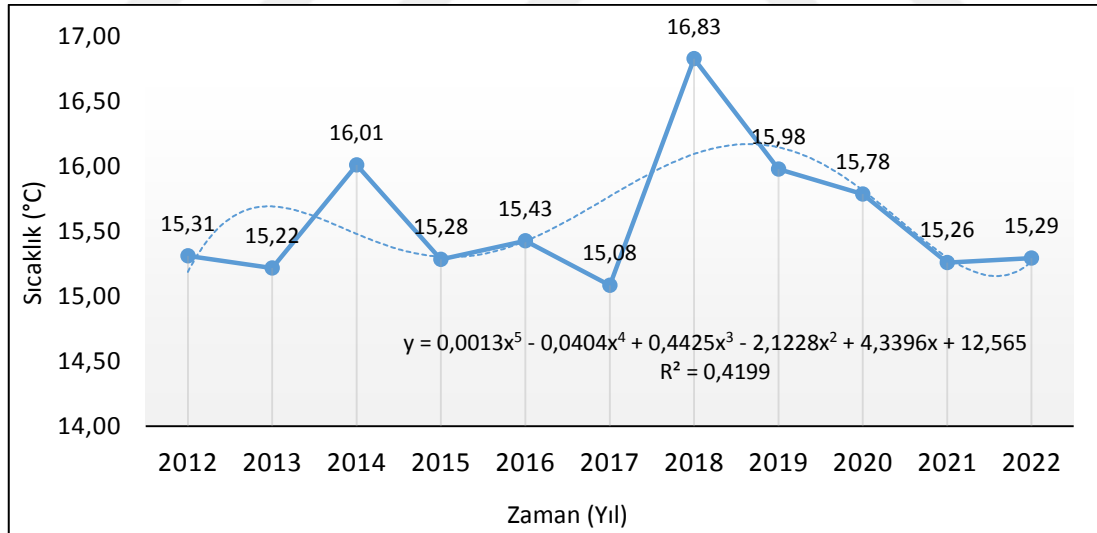
| Aylar   | Ortalama Sıcaklık (°C) |               | Sıcaklık Farkı (°C) |            |
|---------|------------------------|---------------|---------------------|------------|
|         | 2012                   | 2022          | +                   | -          |
| Ocak    | 6.4                    | 6.5           | 0.1                 |            |
| Şubat   | 4.2                    | 8.4           | 4.2                 |            |
| Mart    | 5.2                    | 5.7           | 0.5                 |            |
| Nisan   | 12.9                   | 12.6          |                     | 0.3        |
| Mayıs   | 18.4                   | 14.8          |                     | 3.6        |
| Haziran | 22.6                   | 21.3          |                     | 1.3        |
| Temmuz  | 25.3                   | 23.2          |                     | 2.1        |
| Ağustos | 23.8                   | 26.7          | 2.9                 |            |
| Eylül   | 21.9                   | 21.7          |                     | 0.2        |
| Ekim    | 19.1                   | 17.2          |                     | 1.9        |
| Kasım   | 14.3                   | 14.3          |                     |            |
| Aralık  | 9.6                    | 11.1          | 1.5                 |            |
|         |                        | <b>Toplam</b> | <b>9.2</b>          | <b>9.4</b> |

Rize İli kent merkezinde aylara göre 2012 ve 2022 yıllarında ortalama sıcaklık verileri kıyaslandığında (Tablo 11), Rize ili kent merkezinde 2012 ve 2022 yıllarında yıllık hava sıcaklık değişim oranlarında bir artış olduğu görülmektedir. Rize ili kent merkezinde yaşanan en yüksek aylık ortalama sıcaklık değerleri Temmuz-Ağustos aylarında gözlemlenirken, en düşük sıcaklıkların Ocak-Şubat aylarında yaşandığı görülmüştür. 2012 ve 2022 yıllarında aylık ortalama sıcaklık değerlerinin genel olarak Ocak Şubat, Mart, Ağustos ve Aralık aylarında artış gösterdiği, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında azalım gösterdiği anlaşılmaktadır. Aylık ortalama sıcaklık değerlerinde toplamda 9.2°C artan yönde değişim gerçekleşmişken toplamda 9.4 °C azalan yönde bir değişim gerçekleştiği görülmektedir. Aylık ortalama sıcaklık değerlerindeki en yüksek oranda artışın 4.2°C ile Şubat ayında olduğu görülürken en düşük oranda artışın 0.1°C ile Ocak ayında olduğu anlaşılmaktadır. Öte yandan aylık ortalama sıcaklık değerlerindeki en yüksek oranda azalımın 3.6°C ile Mayıs ayında olduğu görülürken en düşük oranda azalımın 0.3°C ile Nisan ayında olduğu görülmektedir.

Rize ili kent merkezinde aylara göre aylık ortalama sıcaklık değerleri dikkate alındığında, en yüksek ortalama sıcaklık değerinin 25.15°C ile Ağustos ayı, en düşük ortalama sıcaklık değerinin ise 7.42°C ile Ocak ayında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 19).

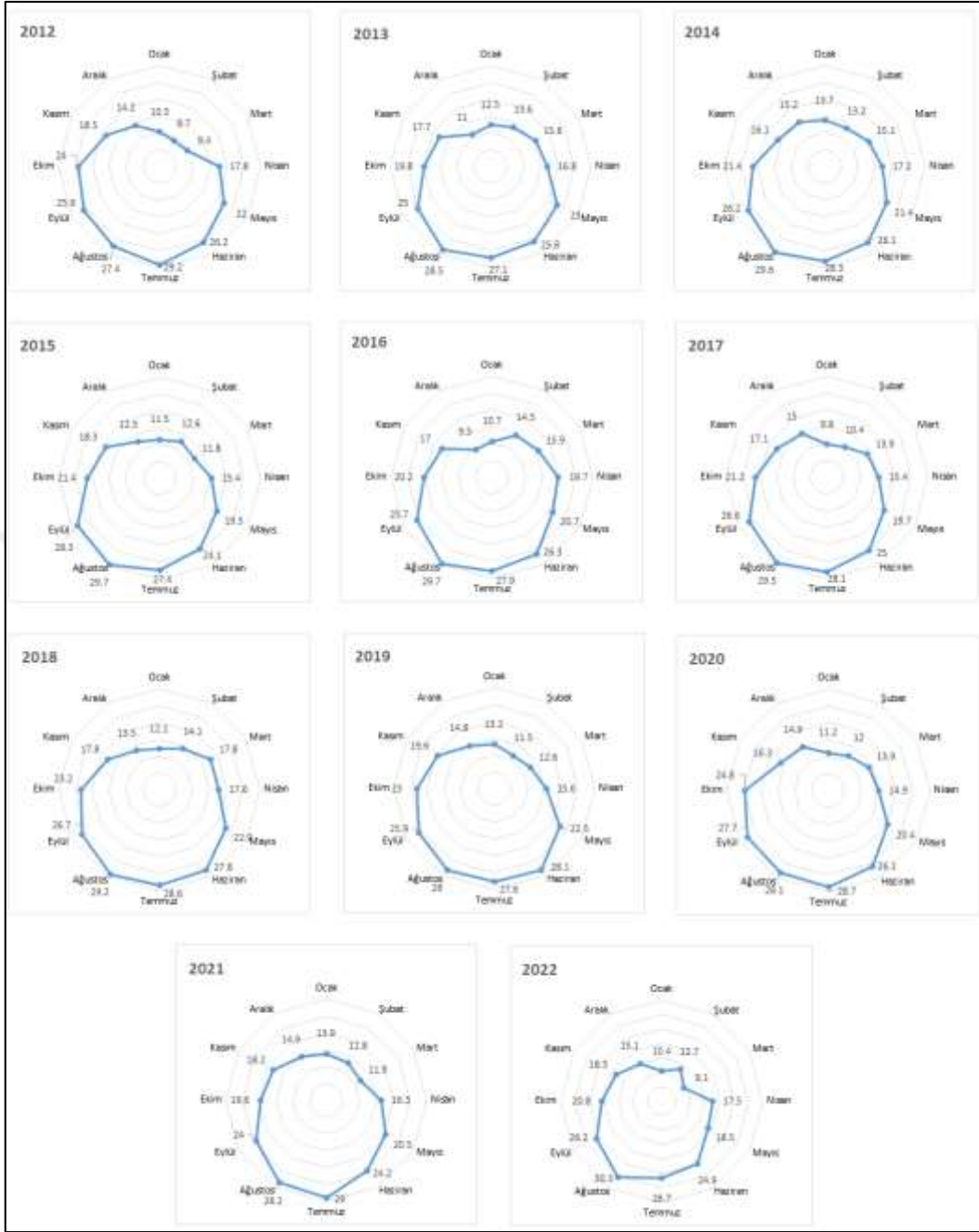


**Şekil 19.** 2012 – 2022 Yılları Arası Aylara Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri Grafiği



**Şekil 20.** 2012 – 2022 Yılları Arası Yıllara Göre Aylık Ortalama Sıcaklık Değerleri

Rize ili kent merkezinde yıllara göre ortalama sıcaklık değerleri dikkate alındığında, en yüksek ortalama sıcaklık değerinin 16.83°C ile 2018 yılında, en düşük ortalama sıcaklık değerinin ise 15.08°C ile 2017 yılında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 20). Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden Rize ili kent merkezine ait 2012 – 2022 yılları arasında aylık ortalama maksimum sıcaklık verileri elde edilmiştir (Şekil 21).



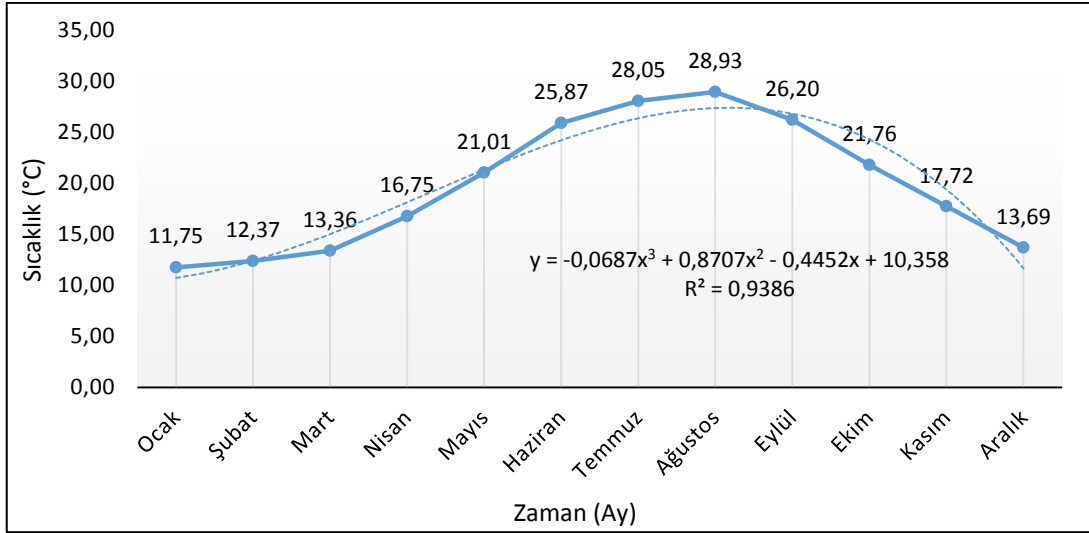
**Şekil 21.** 2012-2022 Yılları Arası Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık Değerleri Grafiği

Mevcut verilere bakıldığı zaman 2012 yılı maksimum sıcaklık ortalaması en yüksek olan ay 29.2 °C ile Temmuz ayı iken, 2022 yılı sıcaklık ortalaması en yüksek olan ay 30.3 °C ile Ağustos ayı olduğu tespit edilmiştir. Rize ili kent merkezinde yıllara ve aylara göre 2012-2022 yıllarında ortalama maksimum sıcaklık verileri Tablo 12 ve Şekil 22’de gösterilmektedir.

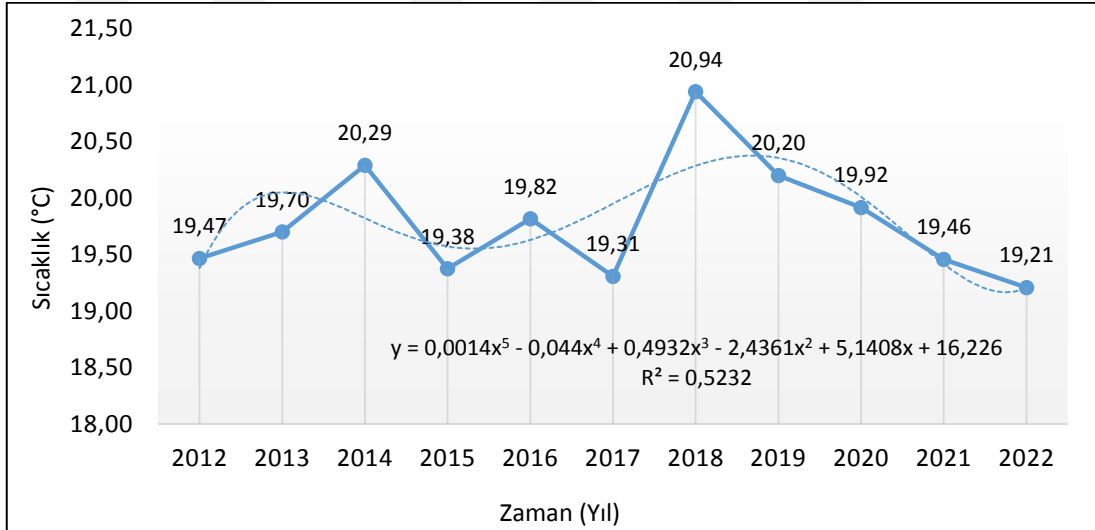
**Tablo 12.** 2012 ve 2022 Yıllarında Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık Değişimi

| Aylar   | Ortalama Maksimum Sıcaklık (°C) |               | Ortalama Maksimum Sıcaklık Farkı (°C) |             |
|---------|---------------------------------|---------------|---------------------------------------|-------------|
|         | 2012                            | 2022          | +                                     | -           |
| Ocak    | 10.3                            | 10.4          | 0.1                                   |             |
| Şubat   | 8.7                             | 12.7          | 4                                     |             |
| Mart    | 9.4                             | 9.1           |                                       | 0.3         |
| Nisan   | 17.8                            | 17.5          |                                       | 0.3         |
| Mayıs   | 22                              | 18.5          |                                       | 3.5         |
| Haziran | 26.2                            | 24.9          |                                       | 1.3         |
| Temmuz  | 29.2                            | 26.7          |                                       | 2.5         |
| Ağustos | 27.4                            | 30.3          | 2.9                                   |             |
| Eylül   | 25.9                            | 26.2          | 0.3                                   |             |
| Ekim    | 24                              | 20.8          |                                       | 3.2         |
| Kasım   | 18.5                            | 18.3          |                                       | 0.2         |
| Aralık  | 14.2                            | 15.1          | 0.9                                   |             |
|         |                                 | <b>Toplam</b> | <b>8.2</b>                            | <b>11.3</b> |

Aylık ortalama maksimum sıcaklık değerlerinin Ocak, Şubat, Temmuz, Ağustos, Eylül ve Aralık aylarında artış gösterdiği, Mart, Nisan, Mayıs, Haziran, Ekim ve Kasım aylarında azalış gösterdiği anlaşılmaktadır. 2012 ve 2022 yıllarında aylık ortalama maksimum sıcaklık değerlerinde toplamda 8.2°C artan yönde değişim gerçekleşmişken toplamda 11.3°C azalan yönde bir değişim gerçekleştiği görülmektedir. Aylık ortalama maksimum sıcaklık değerlerindeki en yüksek oranda artışın 4°C ile Şubat ayında olduğu görülürken en düşük oranda artışın 0.1°C ile Ocak ayında olduğu anlaşılmaktadır. Öte yandan aylık ortalama maksimum sıcaklık değerlerindeki en yüksek oranda azalışın 3.5°C ile Mayıs ayında olduğu görülürken en düşük oranda azalışın 0.2°C ile Kasım ayında olduğu görülmektedir.

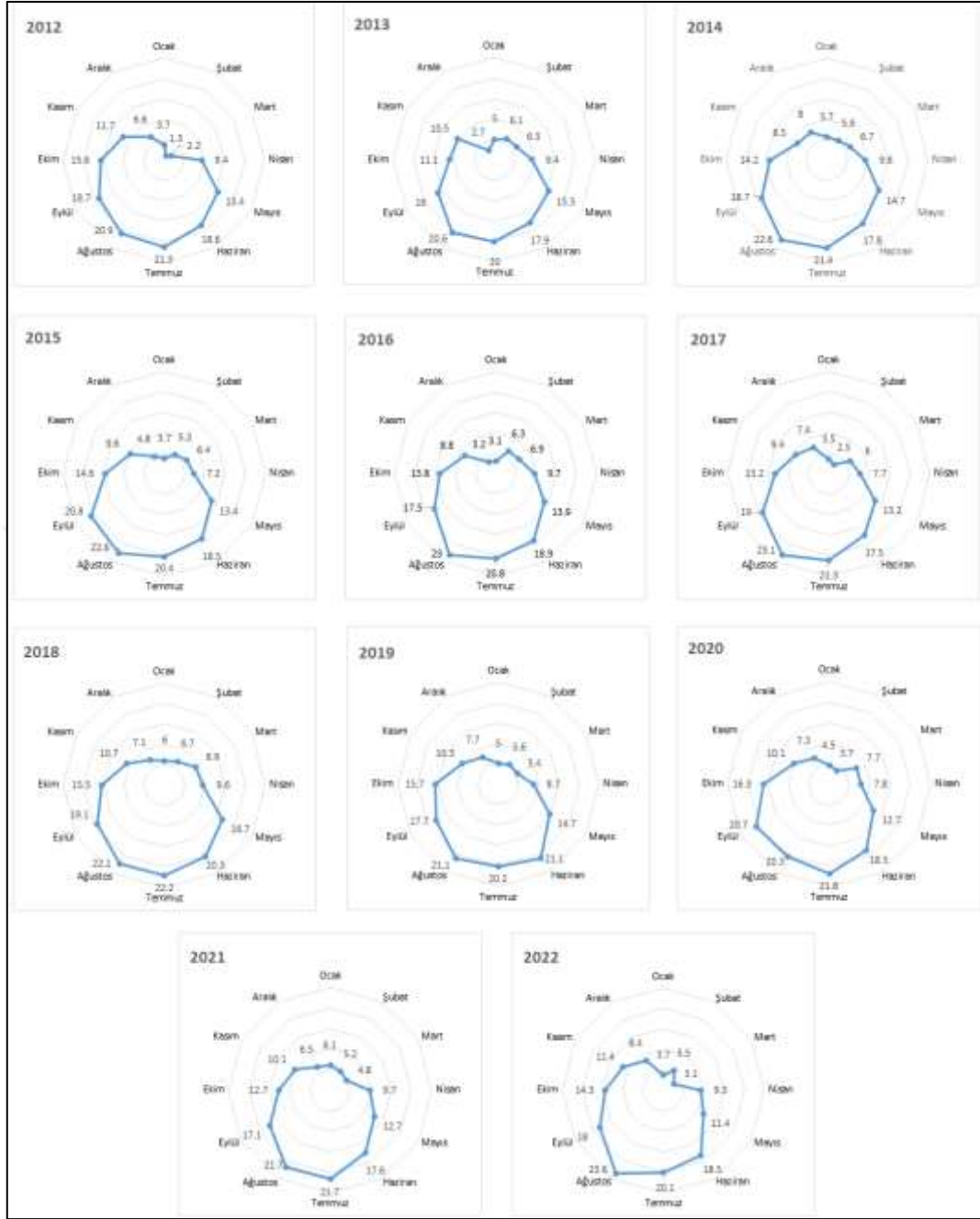


**Şekil 22.** 2012 – 2022 Yılları Arası Aylara Göre Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık Değişim Grafiği



**Şekil 23.** 2012 – 2022 Yılları Arası Yıllara Göre Aylık Ortalama Maksimum Sıcaklık Değişim Grafiği

Rize ili kent merkezinde yıllara göre aylık ortalama maksimum sıcaklık değerleri dikkate alındığında, en yüksek ortalama sıcaklık değerinin 20.94°C ile 2018 yılında, en düşük ortalama sıcaklık değerinin ise 19.21°C ile 2022 yılında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 23). Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden Rize ili kent merkezine ait 2012 – 2022 yılları arası aylık ortalama minimum sıcaklık verileri elde edilmiştir (Şekil 24).



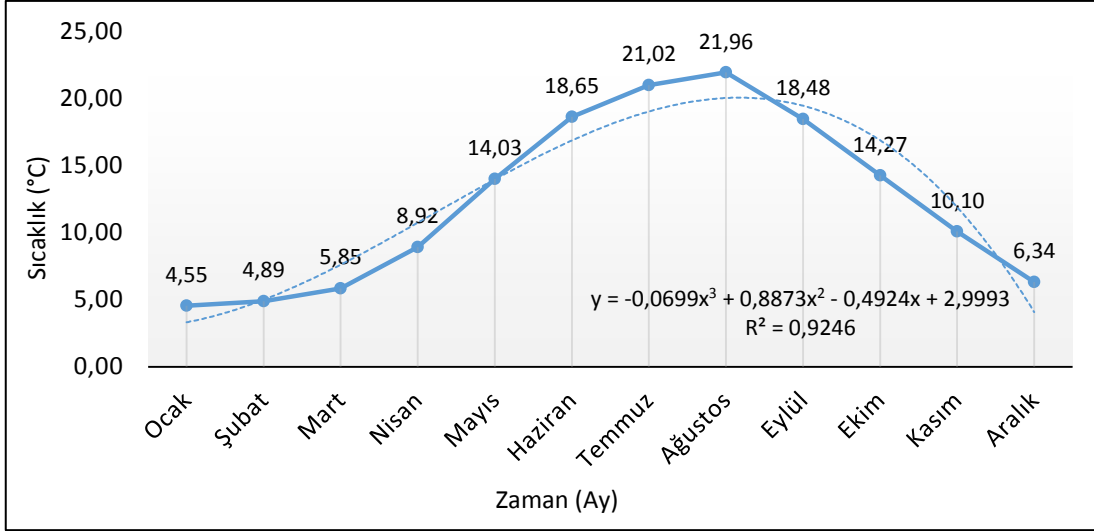
**Şekil 24.** 2012-2022 Yılları Arası Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık Değerleri

Mevcut verilere dikkate alındığında 2012 yılı minimum sıcaklık ortalaması en düşük olan ay 1.3 °C ile Şubat ayı iken, 2022 yılı sıcaklık ortalaması en düşük olan ay 3.1 °C ile Mart ayı olduğu tespit edilmiştir (Tablo 13).

**Tablo 13.** 2012 ve 2022 Yılları Arası Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık Değişimi

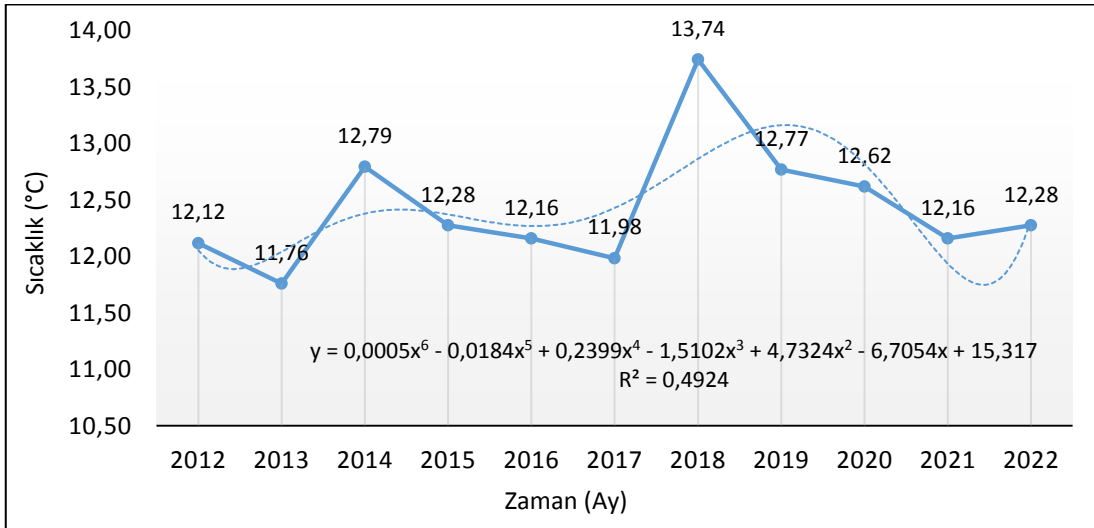
| Aylar   | Ortalama Minimum Sıcaklık<br>(°C) |               | Sıcaklık Farkı<br>(°C) |            |
|---------|-----------------------------------|---------------|------------------------|------------|
|         | 2012                              | 2022          | +                      | -          |
| Ocak    | 3.7                               | 3.7           |                        |            |
| Şubat   | 1.3                               | 5.5           | 4.2                    |            |
| Mart    | 2.2                               | 3.1           | 0.9                    |            |
| Nisan   | 9.4                               | 9.3           |                        | 0.1        |
| Mayıs   | 15.4                              | 11.4          |                        | 4          |
| Haziran | 18.6                              | 18.5          |                        | 0.1        |
| Temmuz  | 21.3                              | 20.1          |                        | 0.2        |
| Ağustos | 20.9                              | 23.6          | 2.7                    |            |
| Eylül   | 18.7                              | 18            |                        | 0.7        |
| Ekim    | 15.6                              | 14.3          |                        | 1.3        |
| Kasım   | 11.7                              | 11.4          |                        | 0.3        |
| Aralık  | 6.6                               | 8.4           | 1.8                    |            |
|         |                                   | <b>Toplam</b> | <b>9.6</b>             | <b>6.7</b> |

Rize İli kent merkezinde aylara göre 2012 ve 2022 yıllarında ortalama minimum sıcaklık verileri kıyaslandığında, Rize ili kent merkezinde yıllık hava sıcaklık değişim oranlarında bir artış olduğu görülmektedir. Belirtilen zaman periyodunda aylık ortalama minimum sıcaklık değerlerinin genel olarak Ocak ayında değişiklik yaşanmazken, Şubat, Mart, Ağustos ve Aralık aylarında artış gösterdiği, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında azalış gösterdiği anlaşılmaktadır. Aylık ortalama minimum sıcaklık değerlerinde toplamda 9.6°C artan yönde değişim gerçekleşmişken toplamda 6.7 °C azalan yönde bir değişim gerçekleştiği görülmektedir. Aylık ortalama minimum sıcaklık değerlerindeki en yüksek oranda artışın 4.2°C ile Şubat ayında olduğu görülürken en düşük oranda artışın 1.8°C ile Mart ayında olduğu anlaşılmaktadır. Öte yandan aylık ortalama minimum sıcaklık değerlerindeki en yüksek oranda azalışın 4°C ile Mayıs ayında olduğu görülürken en düşük oranda azalışın 0.1°C ile Nisan ve Haziran aylarında olduğu görülmektedir.



**Şekil 25.** 2012 – 2022 Yılları Arası Aylara Göre Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık Değişim Grafiği

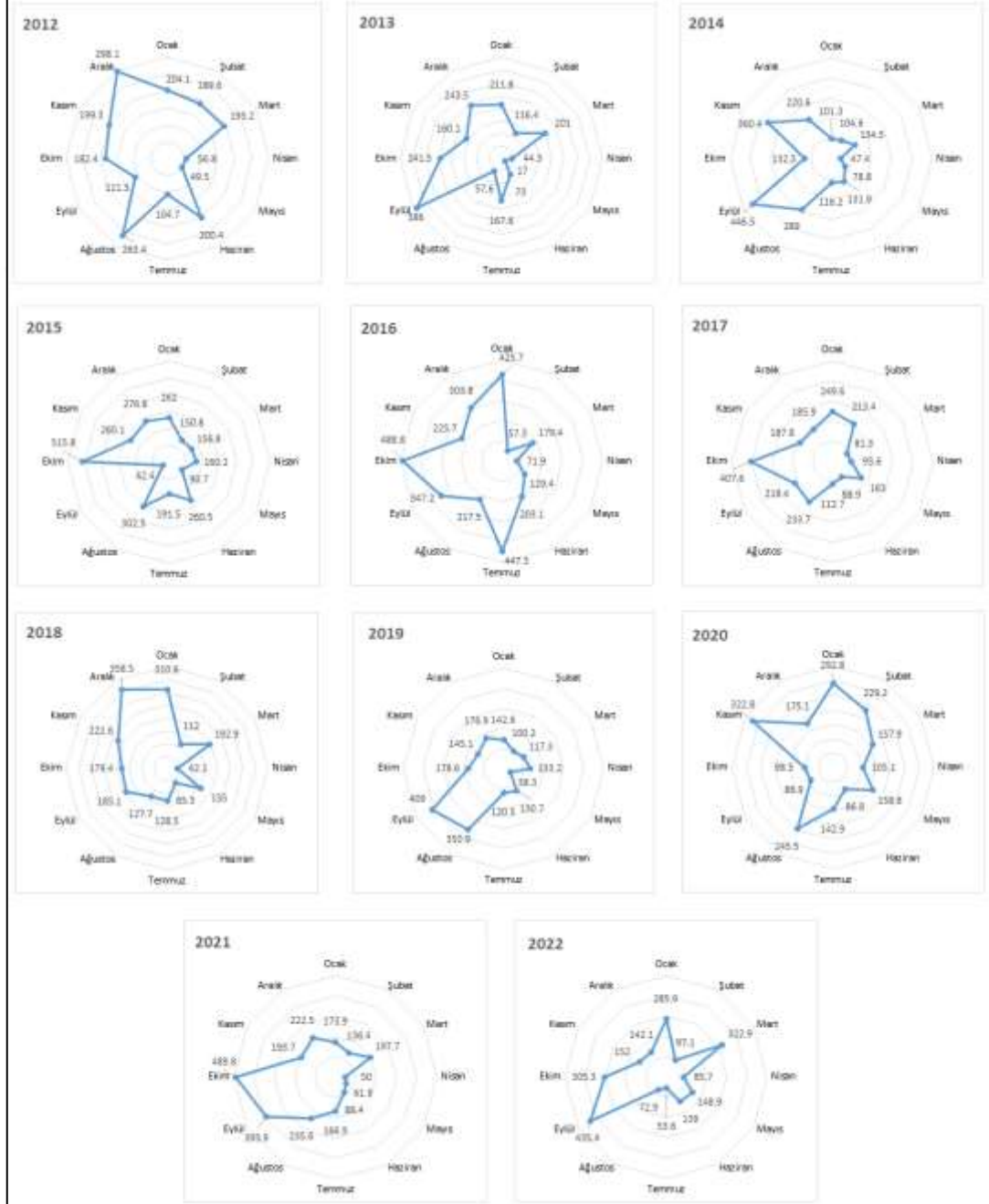
Rize ili kent merkezinde 2012 – 2022 yılları arası aylara göre aylık ortalama minimum sıcaklık değişimleri dikkate alındığında, en yüksek sıcaklığın gerçekleştiği ay 21.96°C ile Ağustos ayı, en düşük sıcaklığın gerçekleştiği ay ise 4.55°C ile Ocak ayı olmuştur (Şekil 25). 2012 – 2022 yılları arası aylara göre yıllık ortalama minimum sıcaklık değişimleri dikkate alındığında en yüksek ortalama sıcaklık değerinin 13.74°C ile 2018 yılında, en düşük ortalama sıcaklık değerinin ise 11.76°C ile 2013 yılında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 26).



**Şekil 26.** 2012 – 2022 Yılları Arası Yıllara Göre Aylık Ortalama Minimum Sıcaklık Değişim Grafiği

### 3.1.1. Rize İli Kent Merkezi Aylık Ortalama Toplam Yağış Değişim Değerleri

Rize ili kent merkezine ait 2012 – 2022 yılları arası yıllara göre aylık ortalama toplam yağış değerlerine (Şekil 27) grafik olarak sunulmuştur.



Şekil 27. Rize iline ait 2012 – 2022 Yılları Arası Yıllara Göre Aylık Ortalama Toplam Yağış Değerleri Grafikleri (mm=kg/m²)

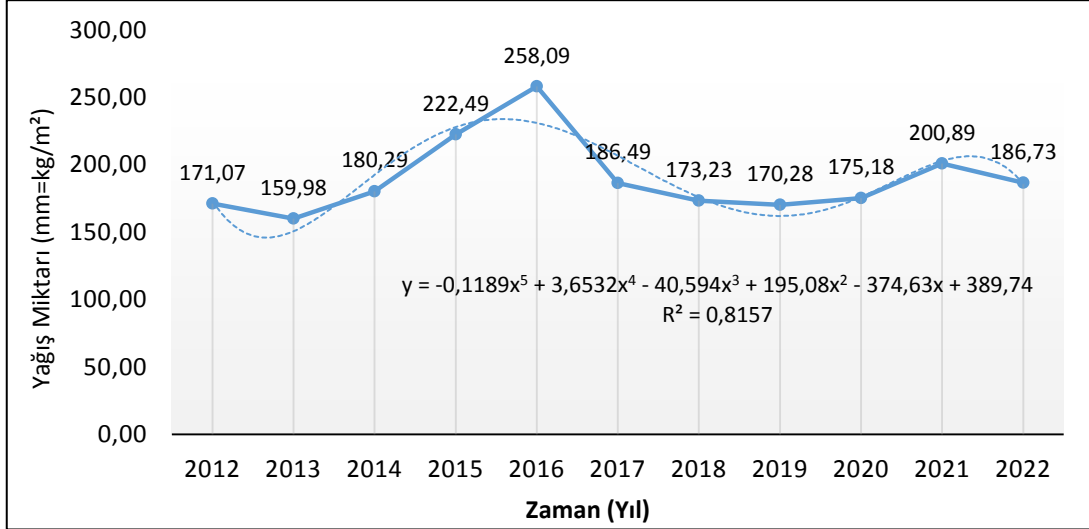
Mevcut verilere dikkate alındığında 2012 yılı aylık ortalama toplam yağış miktarı en düşük olan ay 49.5 (mm=kg/m<sup>2</sup>) yağış miktarı ile Mayıs ayı iken en yüksek olan ay 298.1 (mm=kg/m<sup>2</sup>) yağış miktarı ile Aralık ayı olduğu görülmektedir. 2022 yılı aylık ortalama toplam yağış miktarı en düşük olan ay 53.6 (mm=kg/m<sup>2</sup>) yağış ile Temmuz ayı iken en yüksek olan ay 435.4 (mm=kg/m<sup>2</sup>) yağış miktarı ile Eylül ayı olduğu tespit edilmiştir (Tablo 14).

**Tablo 14.** 2012 ve 2022 Yılları Arası Aylık Ortalama Toplam Yağış Değişimi

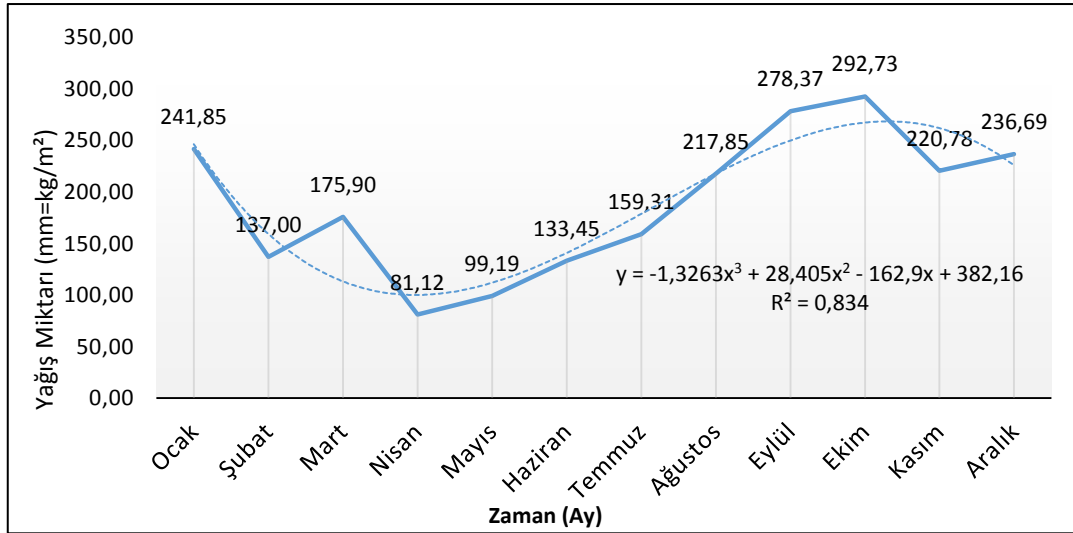
| Aylar   | Ortalama Toplam Yağış<br>(mm=kg/m <sup>2</sup> ) |       | Ortalama Toplam Yağış<br>Farkı<br>(mm=kg/m <sup>2</sup> ) |              |
|---------|--------------------------------------------------|-------|-----------------------------------------------------------|--------------|
|         | 2012                                             | 2022  | +                                                         | -            |
| Ocak    | 204.1                                            | 285.9 | 81.8                                                      |              |
| Şubat   | 189.6                                            | 97.1  |                                                           | 92.5         |
| Mart    | 193.2                                            | 322.9 | 129.7                                                     |              |
| Nisan   | 56.8                                             | 85.7  | 28.9                                                      |              |
| Mayıs   | 49.5                                             | 148.9 | 99.4                                                      |              |
| Haziran | 200.4                                            | 139   |                                                           | 61.4         |
| Temmuz  | 104.7                                            | 53.6  |                                                           | 51.1         |
| Ağustos | 263.4                                            | 72.9  |                                                           | 190.5        |
| Eylül   | 111.3                                            | 435.4 | 324.1                                                     |              |
| Ekim    | 182.4                                            | 305.3 | 122.9                                                     |              |
| Kasım   | 199.3                                            | 152   |                                                           | 47.3         |
| Aralık  | 298.1                                            | 142.1 |                                                           | 156          |
|         | <b>Toplam</b>                                    |       | <b>786.8</b>                                              | <b>598.8</b> |

Rize İli kent merkezinde aylara göre 2012 ve 2022 yıllarında aylık ortalama toplam yağış değişimi verileri kıyaslandığında, aylık ortalama minimum sıcaklık değerlerinin genel olarak Ocak, Mart, Nisan, Mayıs, Eylül ve Ekim aylarında artış gösterdiği, Şubat, Haziran, Temmuz, Ağustos, Kasım ve Aralık aylarında azalış gösterdiği anlaşılmaktadır. Aylık ortalama toplam yağış değişimi değerlerinde toplamda 786.8 (mm=kg/m<sup>2</sup>) artan yönde değişim gerçekleşmişken toplamda 598.8 (mm=kg/m<sup>2</sup>) azalan yönde bir değişim gerçekleştiği görülmektedir. Aylık ortalama toplam yağış değişimi değerlerindeki en yüksek oranda artışın 324.1 (mm=kg/m<sup>2</sup>) ile

Eylül ayında olduğu görülürken en düşük oranda artışın 28.9 (mm=kg/m<sup>2</sup>) ile Nisan ayında olduğu anlaşılmaktadır. Aylık ortalama toplam yağış değişimi değerlerindeki en yüksek oranda azalımın 190.5 (mm=kg/m<sup>2</sup>) ile Ağustos ayında olduğu görülürken en düşük oranda azalımın 47.3 (mm=kg/m<sup>2</sup>) ile Kasım aylarında olduğu görülmektedir.



**Şekil 28.** 2012 – 2022 Yılları Arası Yıllara Göre Aylık Ortalama Toplam Yağış Değerleri Grafiği



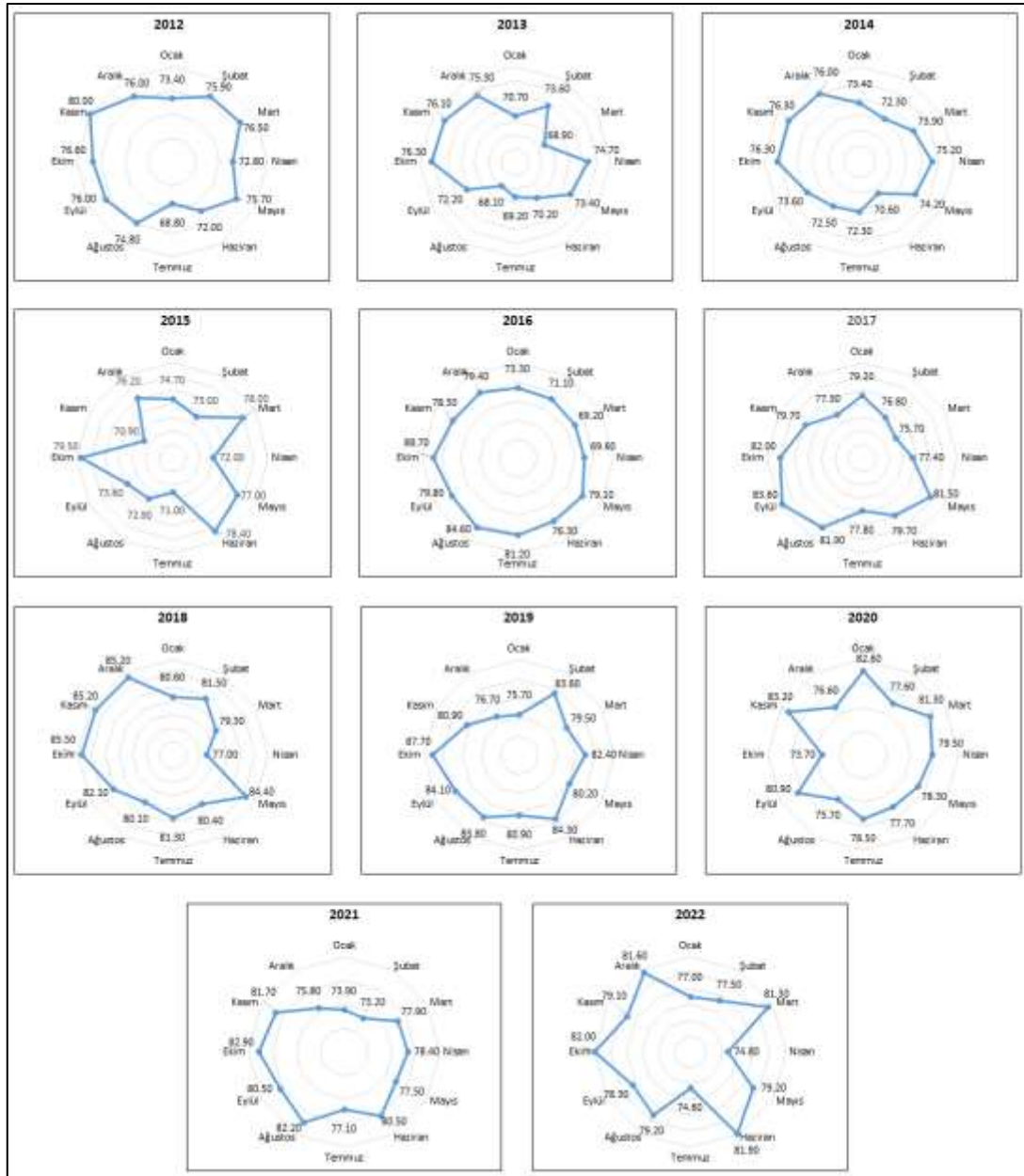
**Şekil 29.** 2012 – 2022 Yılları Arası Aylara Göre Aylık Ortalama Toplam Yağış Miktarı Değişim Grafiği

2012 – 2022 yılları arası yıllara göre aylık ortalama toplam yağış değerlerine (Şekil 28) dayalı olarak, en az yağış miktarına sahip yılı, 159.98 (mm=kg/m<sup>2</sup>) yağış miktarı ile 2013, en fazla olanı ise 258.09 (mm=kg/m<sup>2</sup>) yağış miktarı ile 2016 yılı

olduğu saptanmıştır. Rize ili kent merkezine ait 2012 – 2022 yılları arası aylara göre aylık ortalama toplam yağış değerleri (Şekil 29) dikkate alındığında, en az yağış alan ayın 81.12 (mm=kg/m<sup>2</sup>) yağış miktarı ile Nisan ayı, en fazla yağış alan ayın ise 292.73 (mm=kg/m<sup>2</sup>) yağış miktarı ile Ekim ayının olduğu tespit edilmiştir.

### 3.1.2. Rize İli Kent Merkezi Aylık Ortalama Nispi Nem Değişim Değerleri

Rize ili kent merkezine ait 2012 – 2022 yılları arasında ortalama nispi nem verileri yıllara göre aylık olarak (Şekil 30) grafikleri oluşturulmuştur.



Şekil 30. 2012 – 2022 Yılları Arasında Yıllara Göre Aylık Ortalama Nispi Nem Değerleri Grafikleri

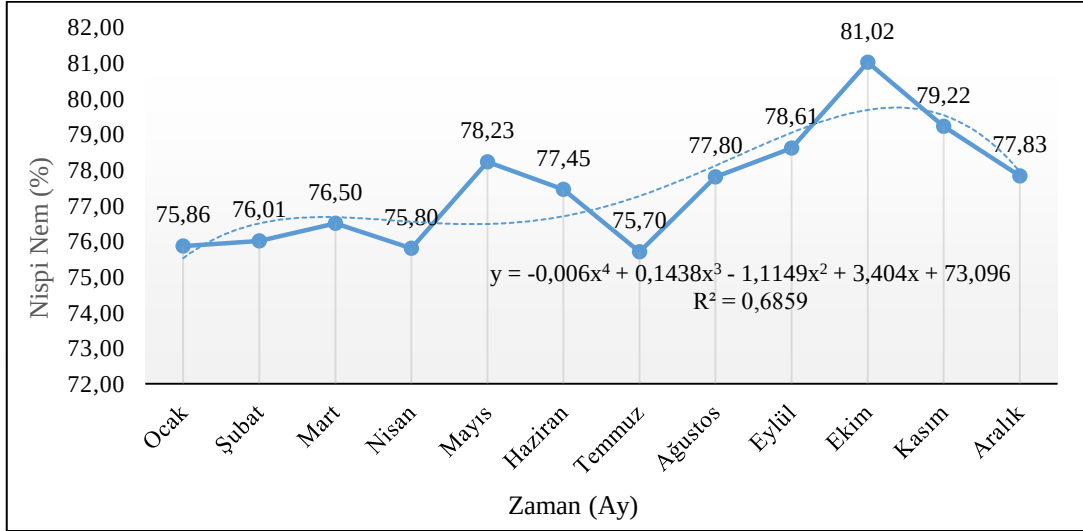
Mevcut verilere dikkate alındığında 2012 yılı aylık ortalama nispi nem miktarı en düşük olan ay %68.8 oranı ile Temmuz ayı iken en yüksek olan ay %80 oranı ile Kasım ayı olduğu görülmektedir. 2022 yılı aylık ortalama nispi nem miktarı en düşük olan ay %74.6 oranı ile Temmuz ayı iken en yüksek olan ay %81.9 oranı ile Haziran ayı olduğu tespit edilmiştir (Tablo 15).

**Tablo 15.** 2012 ve 2022 Yılları Arası Aylık Ortalama Nispi Nem Değişimi

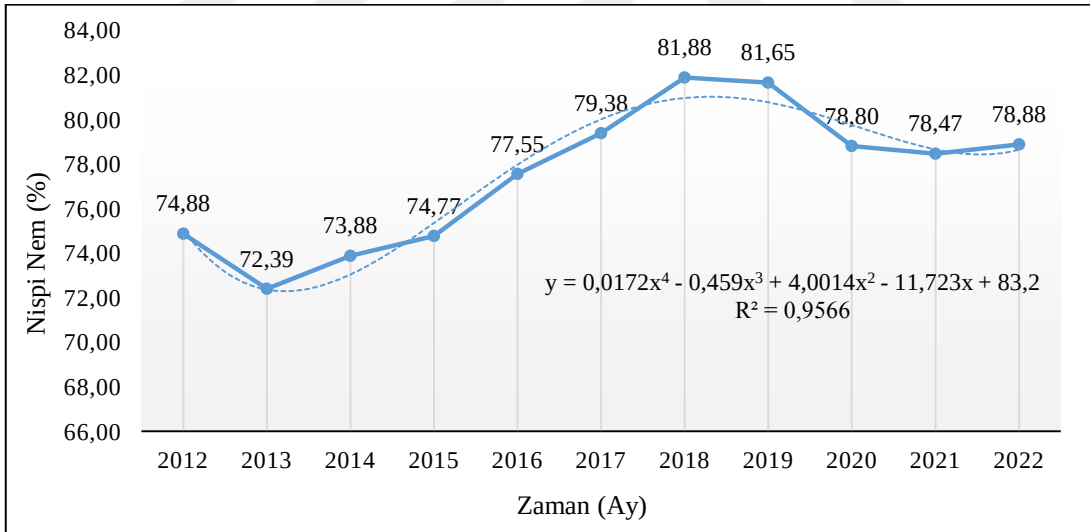
| Aylar         | Ortalama Nispi Nem (%) |      | Ortalama Nispi Nem Farkı (%) |            |
|---------------|------------------------|------|------------------------------|------------|
|               | 2012                   | 2022 | +                            | -          |
| Ocak          | 73.4                   | 77   | 3.6                          |            |
| Şubat         | 75.9                   | 77.5 | 1.6                          |            |
| Mart          | 76.5                   | 81.3 | 4.8                          |            |
| Nisan         | 72.8                   | 74.8 | 2                            |            |
| Mayıs         | 75.7                   | 79.2 | 3.5                          |            |
| Haziran       | 72                     | 81.9 | 9.9                          |            |
| Temmuz        | 68.8                   | 74.6 | 5.8                          |            |
| Ağustos       | 74.8                   | 79.2 | 4.4                          |            |
| Eylül         | 76                     | 78.3 | 2.3                          |            |
| Ekim          | 76.6                   | 82   | 5.4                          |            |
| Kasım         | 80                     | 79.1 |                              | 0.9        |
| Aralık        | 76                     | 81.6 | 5.6                          |            |
| <b>Toplam</b> |                        |      | <b>48.9</b>                  | <b>0.9</b> |

2012 ve 2022 yılının nispi nem oranı en düşük ayı sırasıyla %68,80 ve %74.60 ortalama nispi nem değerleri ile Temmuz ayı olduğu görülmektedir. 2012 yılının nispi nem oranı değerinin en yüksek ayı olan Kasım ayının ortalama %80 nispi nem değerine sahipken, 2022 yılının nispi nem oranı değerinin en yüksek ayının %82’lik nispi nem oranı ile Ekim ayının olduğu görülmektedir. 2012 ve 2022 yıllarında aylık ortalama nispi nem değişimi verileri kıyaslandığında, Kasım ayı dışındaki tüm aylarda artış gösterdiği anlaşılmaktadır. Aylık ortalama nispi nem değişimi değerlerinde toplamda %48.9 oranında artan yönde değişim gerçekleşmişken toplamda %0.9 oranında azalan yönde bir değişim gerçekleştiği görülmektedir. Aylık ortalama nispi

nem değişimi değerlerindeki en yüksek oranda artışın %9.9 oranı ile Haziran ayında olduğu görülürken en düşük oranda artışın %1.6 oranı ile Şubat ayında olduğu anlaşılmaktadır.



**Şekil 31.** 2012 – 2022 Yılları arasında Yıllara Göre Aylık Ortalama Nispi Nem Değişimi Grafiği



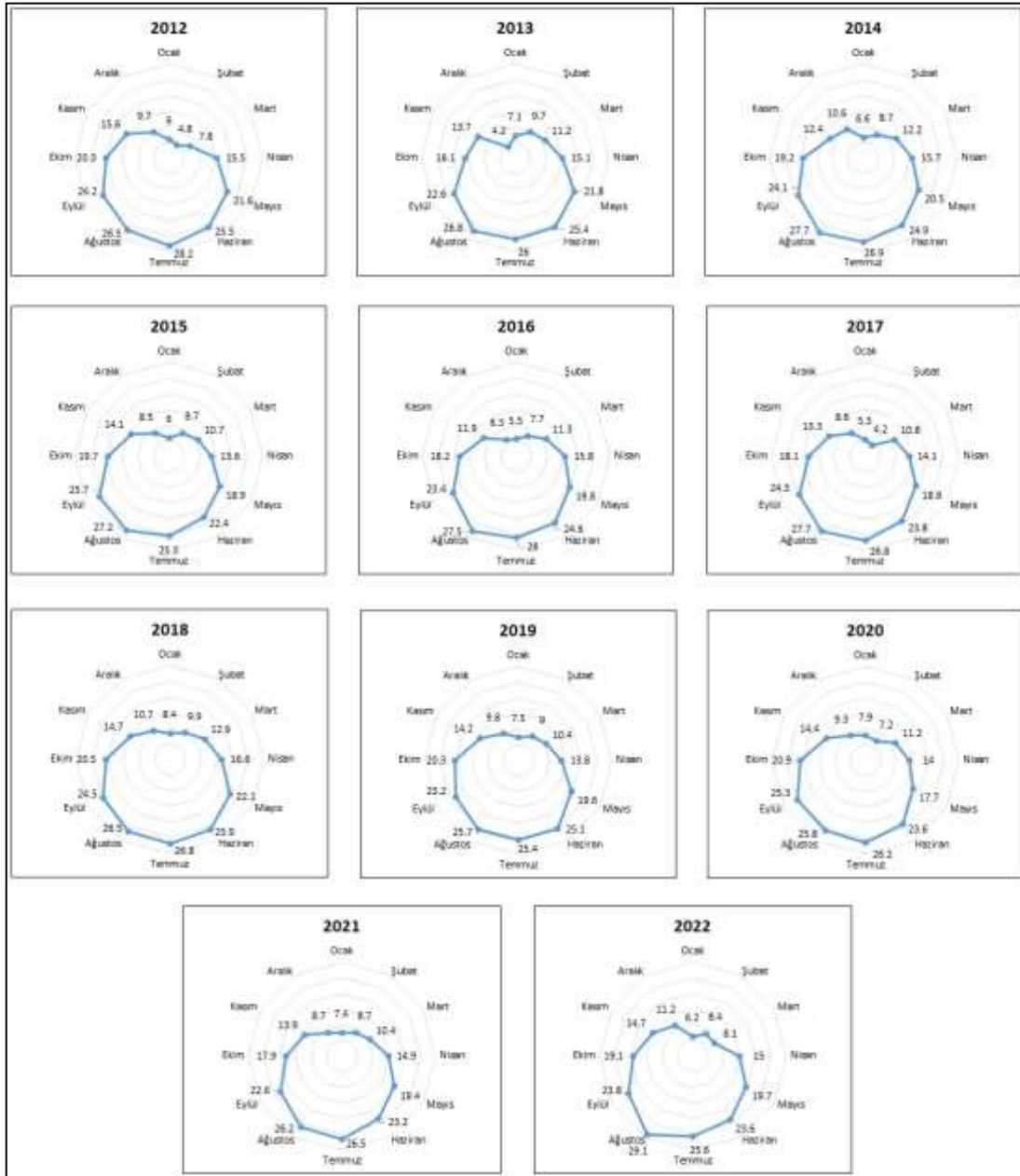
**Şekil 32.** 2012 – 2022 Yılları arasında Yıllara Göre Aylık Ortalama Nispi Nem Değişimi Grafiği

2012 – 2022 yılları arasında yıllara göre aylık ortalama nispi nem değerlerine (Şekil 31) dayalı olarak, en az nispi nem oranına sahip ayın %75.70 oranı ile Temmuz ayı, en fazla nispi nem oranına sahip ayın %81.02 oranı ile Ekim ayının olduğu saptanmıştır. 2012 – 2022 yılları arasında yıllara göre aylık ortalama nispi nem değerlerine (Şekil 32) dayalı olarak, en az nispi nem oranına sahip yılın %72.39 oranı

ile 2013 yılı, en fazla nispi nem oranına sahip ayın %81.88 oranı ile 2018 yılının olduğu saptanmıştır.

### 3.1.3. Rize İli Kent Merkezi Aylık Ortalama Toprak Sıcaklığı (5cm Derinlikli) Değişim Değerleri

2012 – 2022 yılları arası 5cm derinlikli aylık ortalama toprak sıcaklığı verileri elde edilmiştir (Şekil 33).



**Şekil 33.** 2012 – 2022 Yılları Arasında Yıllara Göre Aylık Ortalama Toprak Sıcaklığı (5 cm Derinlikte) Değerleri Grafikleri

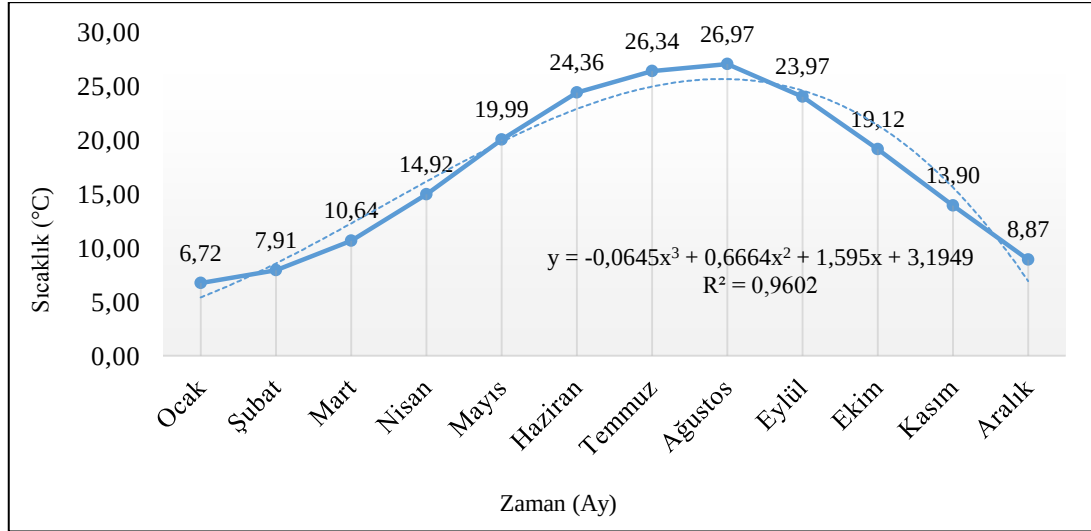
Rize İli kent merkezinde 2012 ve 2022 yıllarında 5cm derinlikli aylık ortalama toprak sıcaklığı değerleri kıyaslandığında, karşılaşılan en yüksek toprak sıcaklık değerleri 2012 yılı için 28.2°C sıcaklık değeri ile Temmuz ayında gözlemlenirken, 2022 yılı için 29.1°C sıcaklık değeri ile Ağustos ayında gözlemlenmiştir. Mevcut verilere dikkate alındığında 2012 ve 2022 yılında 5cm derinlikli aylık ortalama toprak sıcaklığı en düşük ayın sırasıyla 6°C ve 6.2°C sıcaklık değerleri ile Ocak ayı olduğu tespit edilmiştir (Tablo 16).

**Tablo 16.** 2012 ve 2022 Yılları Arası Aylık Ortalama Toprak Sıcaklık Değişimi

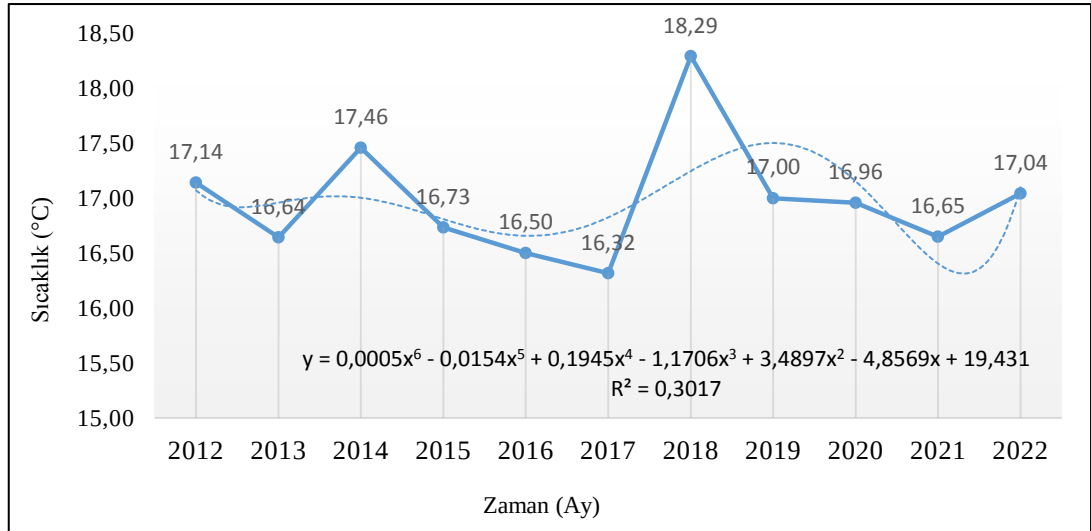
| Aylar   | Ortalama Toprak Sıcaklığı (°C) |               | Ortalama Toprak Sıcaklığı Farkı (°C) |            |
|---------|--------------------------------|---------------|--------------------------------------|------------|
|         | 2012                           | 2022          | +                                    | -          |
| Ocak    | 6                              | 6.2           | 0.2                                  |            |
| Şubat   | 4.8                            | 8.4           | 3.6                                  |            |
| Mart    | 7.8                            | 8.1           | 0.3                                  |            |
| Nisan   | 15.5                           | 15            |                                      | 0.5        |
| Mayıs   | 21.6                           | 19.7          |                                      | 1.9        |
| Haziran | 25.5                           | 23.6          |                                      | 1.9        |
| Temmuz  | 28.2                           | 25.6          |                                      | 2.6        |
| Ağustos | 26.5                           | 29.1          | 2.6                                  |            |
| Eylül   | 24.2                           | 23.8          |                                      | 0.4        |
| Ekim    | 20.3                           | 19.1          |                                      | 1.2        |
| Kasım   | 15.6                           | 14.7          |                                      | 0.9        |
| Aralık  | 9.7                            | 11.2          | 1.5                                  |            |
|         |                                | <b>Toplam</b> | <b>8.2</b>                           | <b>9.4</b> |

2012 ve 2022 yıllarında aylık ortalama toprak sıcaklığı değerlerinin genel olarak Ocak Şubat, Mart, Ağustos ve Aralık aylarında artış gösterdiği, Nisan, Mayıs, Haziran, Temmuz, Eylül, Ekim ve Kasım aylarında azalış gösterdiği anlaşılmaktadır. Aylık ortalama sıcaklık değerlerinde toplamda 8.2°C artan yönde değişim gerçekleşmişken toplamda 9.4 °C azalan yönde bir değişim gerçekleştiği

görülmektedir. Aylık ortalama toprak sıcaklığı değerlerindeki en yüksek oranda artışın 3.6°C ile Şubat ayında olduğu görülürken en düşük oranda artışın 0.2°C ile Ocak ayında olduğu anlaşılmaktadır. Aylık ortalama toprak sıcaklığı değerlerindeki en yüksek oranda azalımın 2.6°C ile Temmuz ayında olduğu görülürken en düşük oranda azalımın 0.5°C ile Nisan ayında olduğu görülmektedir.



**Şekil 34.** 2012 – 2022 Yılları arasında Yıllara Göre Aylık Ortalama Toprak Sıcaklık Değişimi Grafiği



**Şekil 35.** 2012 – 2022 Yılları arasında Yıllara Göre Aylık Ortalama Toprak Sıcaklık Değişimi Grafiği

Rize ili kent merkezinde yıllara göre 5 cm derinlikte aylık ortalama toprak sıcaklık değerleri dikkate alındığında, en yüksek ortalama toprak sıcaklık değerinin 26.97°C ile Ağustos ayında, en düşük ortalama topraklık sıcaklık değerinin ise 6.72°C

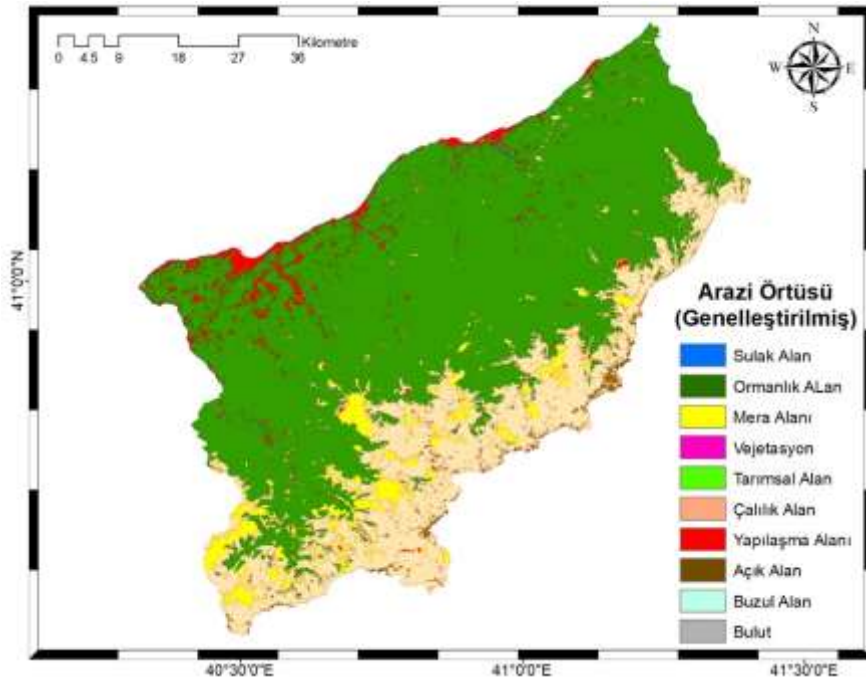
ile Ocak ayında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 34). Rize ili kent merkezinde yıllara göre 5 cm derinlikte aylık ortalama sıcaklık değerleri dikkate alındığında, en yüksek ortalama toprak sıcaklık değerinin 18.29°C ile 2018 yılında, en düşük ortalama toprak sıcaklık değerinin ise 16.32°C ile 2017 yılında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 35).

### 3.2. Rize İli ve Botanik Parkının Arazi Değişkenlerinin CBS ile Haritalanması

Tez çalışması kapsamında gerçekleştirilen tüm haritalama uygulamaları ArcGIS 10.5 yazılımı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Çalışma alanına özgü önemli envanterlerden biri olan hava ve yüzey sıcaklığının tespiti için Landsat 8 uygu görüntü verisi (Erişim Tarihi 2023) ve CBS tabanlı uzaktan algılama yöntemleri kullanılmıştır. Landsat 8 uydu görüntüleri Amerika Birleşik Devletleri Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi (NASA) ve Amerika Birleşik Devletleri Yerbilimsel Araştırma Kurumu (USGS) açık veri paylaşım altyapısından elde edilmiştir.

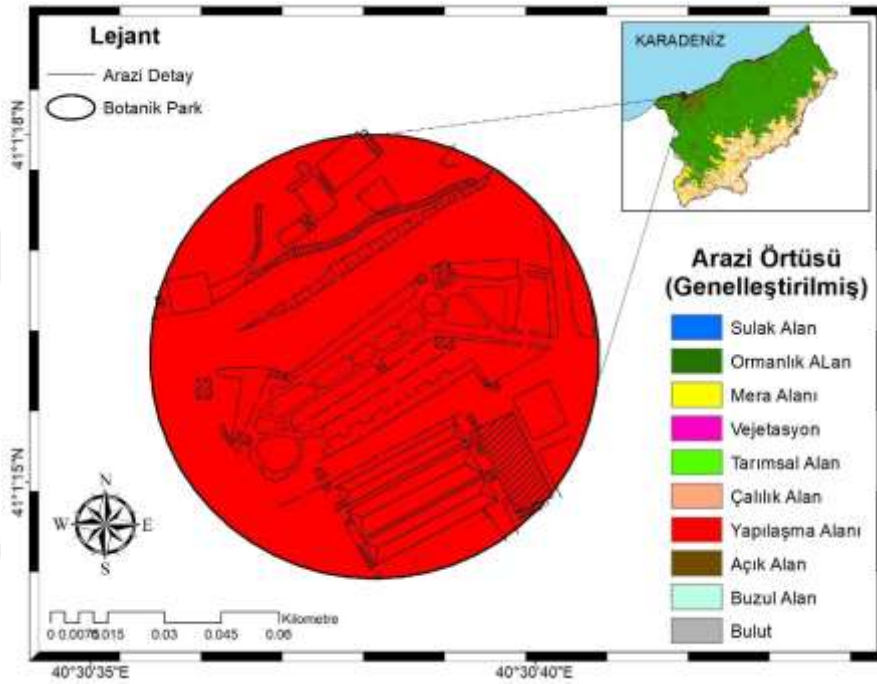
#### 3.2.1. CBS Tabanlı Arazi Örtüsü Haritasının Oluşturulması

Genelleştirilmiş arazi örtüsü haritası (Şekil 36) ESRI tarafından paylaşılan web tabanlı veriler kullanılarak ArcGIS progra ile oluşturulmuştur.



Şekil 36. Rize İli Arazi Örtüsü Haritası

Haritalandırılmış arazi örtüsü verileri dikkate alındığında, Rize ili yerleşim alanlarının kıyı kesimlerde bulunduğu görülmektedir. Doğu Karadeniz kıyı şeridinin doğusunda kalan Rize kent merkezi ve güney doğusu ‘Yapılaşma Alanları’ olarak belirlenmiştir. Kentin genel arazi örtüsüne hakim olan ‘Ormanlık Alanlar’, kıyı ve iç kesimler boyunca yayılım göstermektedir. Yükseltinin arttığı bölgelerde sırasıyla ‘Mera Alanları’ ve ‘Çalılık Alanlar’ın yer aldığı tespit edilmiştir.

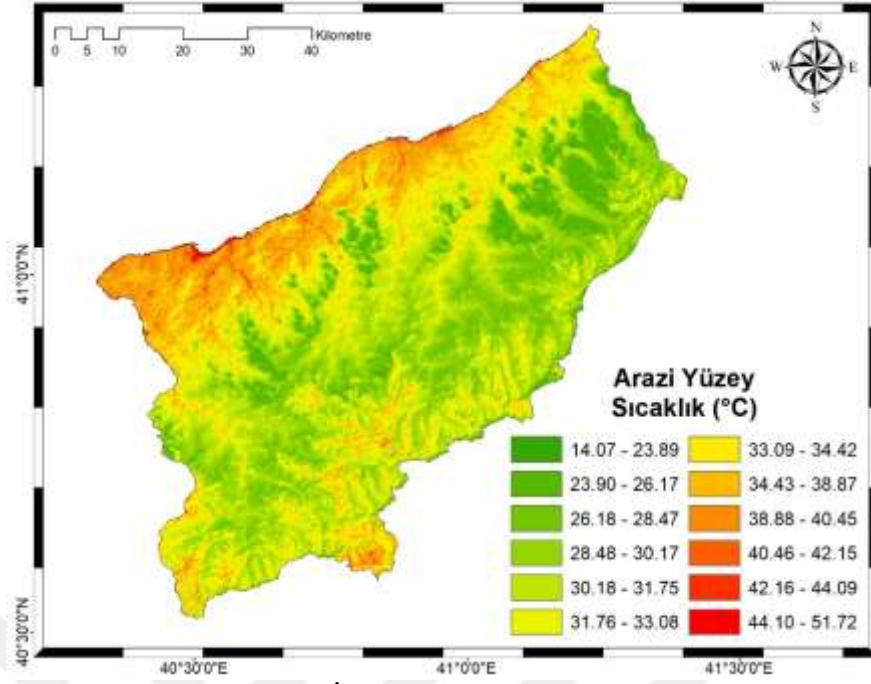


**Şekil 37. Rize İli Botanik Parkı Arazi Örtüsü Haritası**

Rize ili Botanik Park alanının CBS tabanlı arazi örtüsü haritasına (Şekil 37) bakıldığında, kıyı şeridinden 1200m mesafede yer alan ve şehir merkezine yakın bir mesafede bulunan parkın genel arazi örtüsünün ‘Yerleşim Alanı’ olarak belirlendiği görülmektedir.

### **3.2.2. CBS Tabanlı Arazi Yüzey Sıcaklık (LST) Haritasının Oluşturulması**

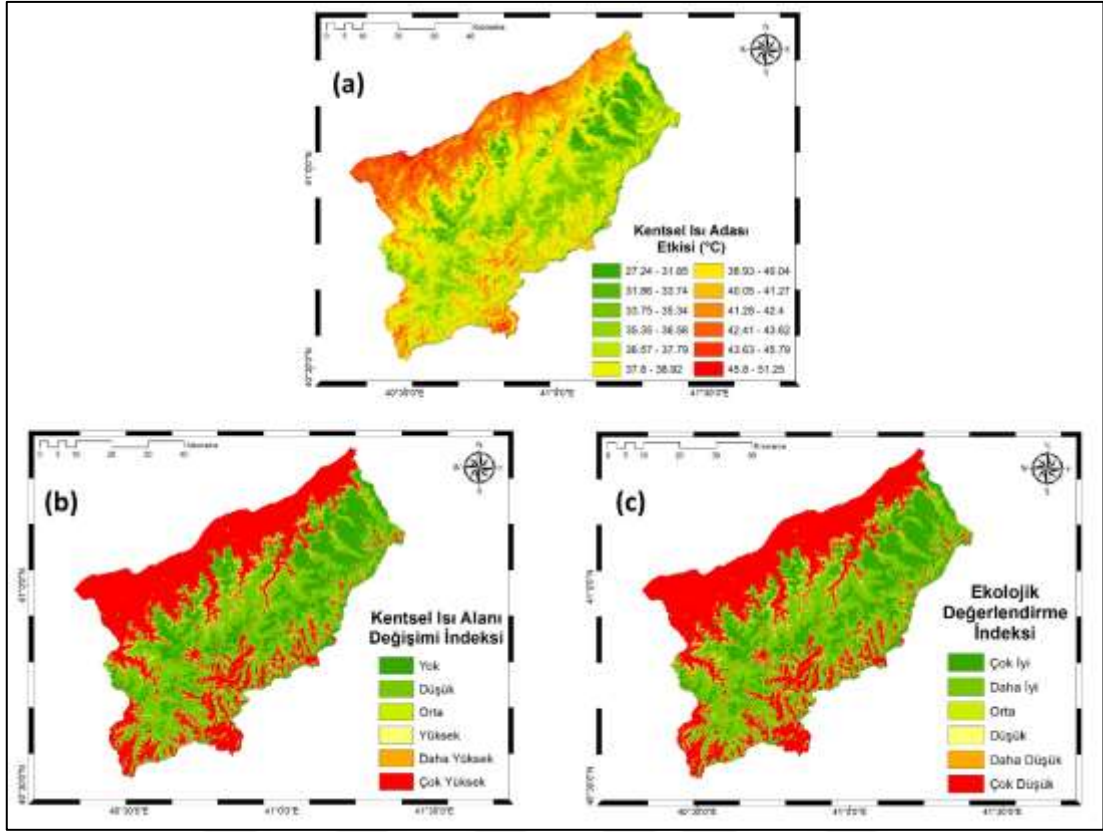
Arazi yüzey sıcaklık haritası (Şekil 38) Landsat 8 uydu görüntüsü kullanılarak oluşturulmuştur.



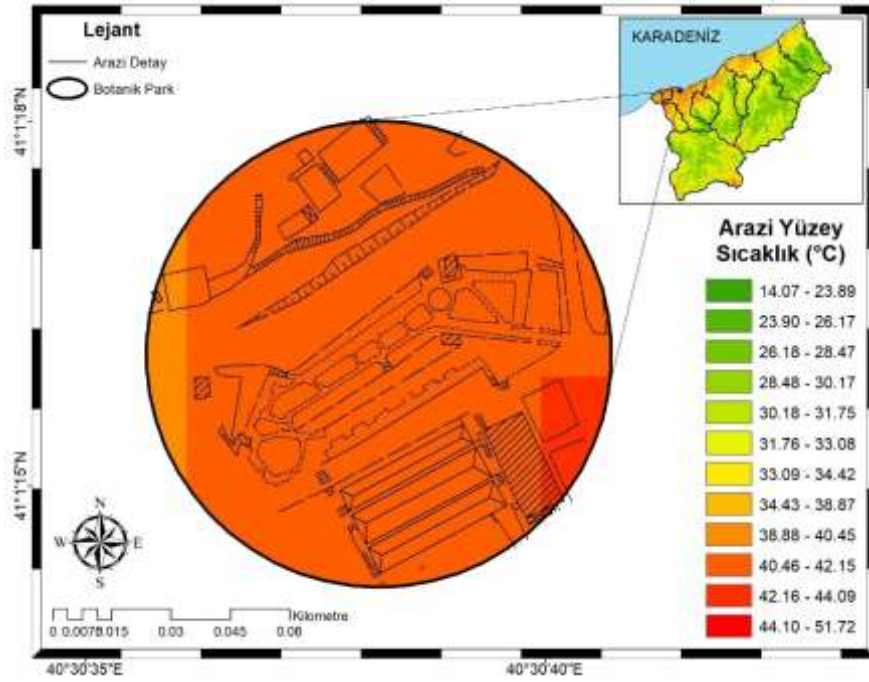
**Şekil 38.** Rize İli Arazi Yüzey Sıcaklık Haritası

Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılarak hazırlanan Rize iline ait arazi yüzey sıcaklık haritası verileri incelendiğinde, Rize Merkez, Çayeli, Pazar, Ardeşen ve Fındıklı ilçe merkezlerinin arazi yüzey sıcaklık değerleri ortalama olarak 44.10-51.72 °C'lik sıcaklık aralıklarına sahip oldukları görülmektedir. Kent ve ilçe merkezlerinden yükseltinin arttığı yöne doğru uzaklaştıkça arazi yüzey sıcaklık değerleri azalmaktadır. Harita üzerinden yaklaşık olarak 15 km iç kısımlara gidildiğinde, ormanlık alan arazi deseni içerisinde yer alan bölgelerin yaklaşık olarak 23.18-28.47 °C'lik sıcaklık değerlerinde olduğu sonucuna ulaşılmaktadır.

Bununla birlikte Rize ili kent genelinde arazi yüzey sıcaklığına dayalı olarak kentsel ısı adası etkisi haritası (Şekil 39(a)), kentsel ısı alanı değişim indeksi haritası (Şekil 39(b)) ve rize ili ekolojik değerlendirme indeksi haritası (Şekil 39(c)) da oluşturulmuştur.



**Şekil 39. (a) Rize İli Kentsel Isı Adası Etki Haritası (b) Rize İli Kentsel Isı Alanı Değişim/Varyans İndeksi Haritası ve (c) Rize İli Ekolojik Değerlendirme İndeksi Haritası**

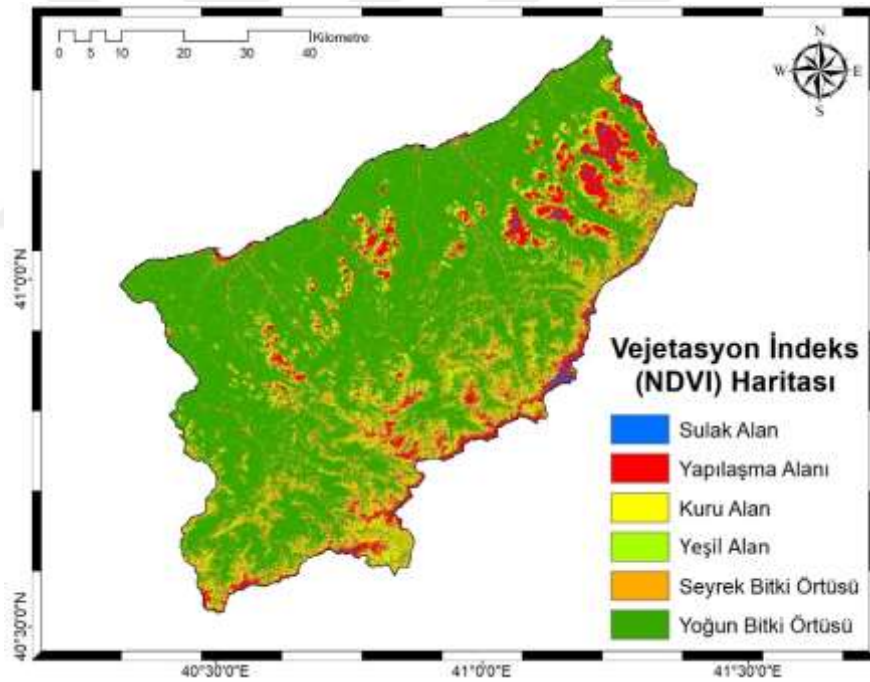


**Şekil 40. Rize İli Botanik Parkı Arazi Yüzey Sıcaklık Haritası**

Çalışma alanı, arazi yüzey sıcaklığı (Şekil 40) değerlerini elde etmek için CBS tabanlı oluşturulan harita incelendiğinde, Rize Botanik Parkı geneli arazi yüzey sıcaklığı bakımından yaklaşık olarak 40.46-42.15 °C yer yüzey sıcaklık seviyesinde olduğu verisine ulaşılmıştır. Parkın doğu kısmında yer alan bir bölge 42.16-44.09 °C sıcaklık değeri seviyelerindeyken, batı kısmında bulunan parça 37.88-40.45 °C'lik arazi yüzey sıcaklığına sahiptir.

### 3.2.3. CBS Tabanlı Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndeksi (NDVI) Haritasının Oluşturulması

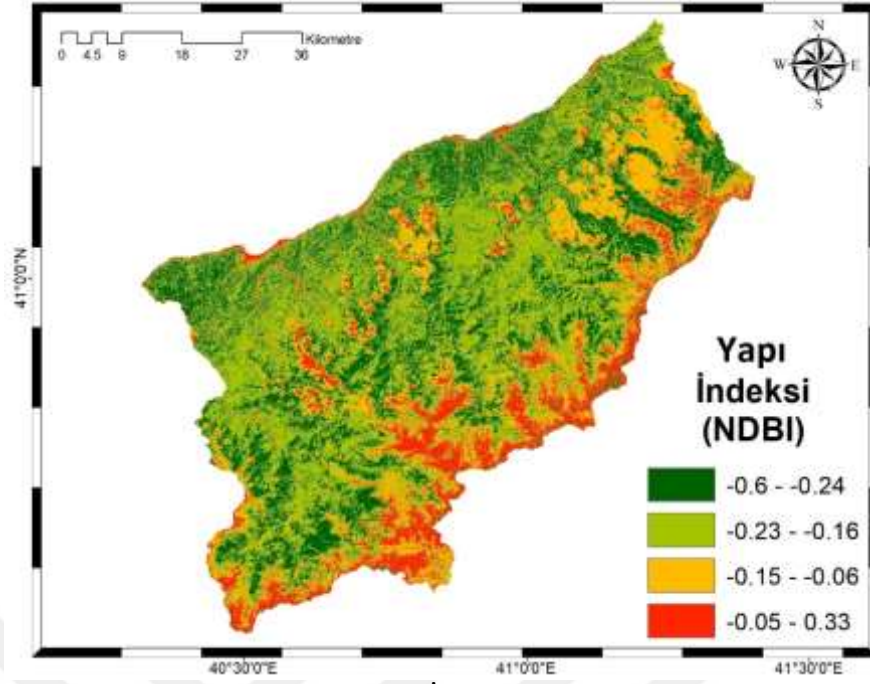
Normalleştirilmiş Fark Vejetasyon İndeksi haritası (NDVI (Normalized Difference Vegetation Index)) (Şekil 41) Landsat 8 uydu görüntüsü kullanılarak oluşturulmuştur.



Şekil 41. Rize İli NDVI Haritası

Rize iline ait NDVI haritasındaki veriler dikkate alınarak incelendiğinde, ‘Yapay Alanlar’ olarak nitelendirilen, şehir yapısı, dağınık şehir yapısı, sürekli olmayan kentsel ve kırsal yerleşim alanları, ulaşım yolları, maden ocağı, boşaltım ve inşaat sahaları, tarımsal olmayan yapay yeşil alanlar gibi bölgeleri temsil eden yerler kırmızı sahalar olarak ortaya konulmuştur. ‘Kuru Alanlar (çorak/çıplak alanlar)’ olarak sarı renk ile belirtilen kısımlar (kuru ormanlar, kuru tarım alanları vb.), kentte seyrek

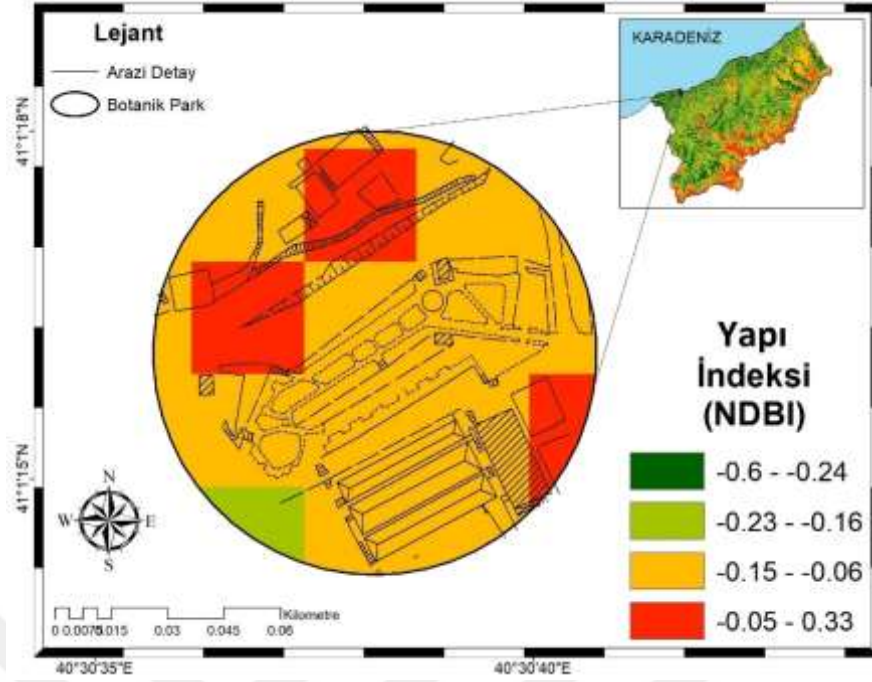




**Şekil 43.** Rize İli NDBI Haritası

Rize iline ait NDBI yapay alan indeksi (geçirimsiz yapay yüzeyler) tespiti için CBS tabanlı haritada oluşturulmuştur. Rize kent merkezi, İyidere, Derepazarı, Çayeli, Pazar, Ardeşen ve Fındıklı gibi sahil ilçe merkezleri ve iç bölgelerde yer alan Kalkandere, Güneysu, İkizdere, Hemşin ve Çamlıhemşin ilçelerinin bulunduğu yerleşim alanlarının yoğun olarak bulunduğu bölgeler, geçirimsiz yüzeyleri (yapılaşma, otopark, çatılar, yol, kaldırım, meydanlar vb.) NDBI değerleri -0.05-0.33 değerlerindedir. Bu değerler yerleşim alanlarından doğal arazi örtüsüne doğru gittikçe azalmaktadır.

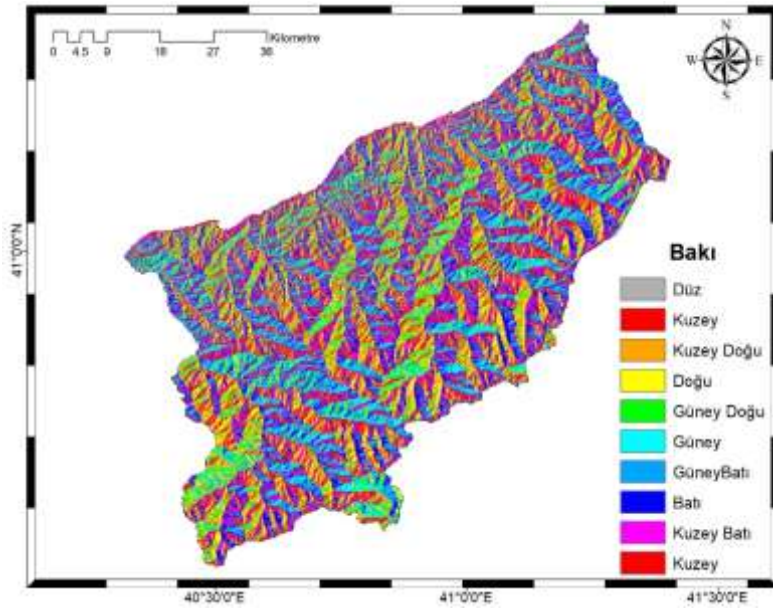
Rize Botanik Parkı'nın NDBI haritası (Şekil 44) değerleri incelendiğinde güneybatı komşu alanı -0.23 - -0.16 değer aralığına, doğu, kuzey ve kuzeybatısı -0.05-0.33 değer aralığına ve çalışma alanının büyük çoğunluğu -0.15\_-0.06 değerlerine sahiptir.



Şekil 44. Rize İli Botanik Parkı NDBI Haritası

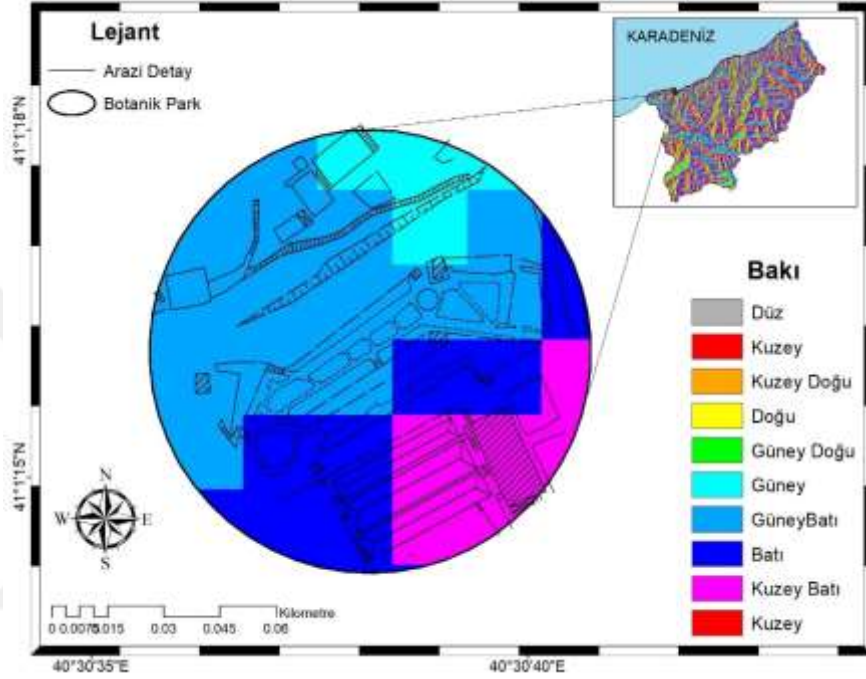
### 3.2.5. CBS Tabanlı Bakı Haritasının Oluşturulması

Rize ilinin CBS tabanlı hazırlanan bakı haritasında da belirlenen veriler değerlendirildiğinde, dağ yamaçları ve eğimli alanların büyük çoğunun güney bakısına sahip olduğu anlaşılmaktadır. Devamında güney batı ve batı bakısının hakim olduğu görülmektedir (Şekil 45).



Şekil 45. Rize İli Bakı Haritası

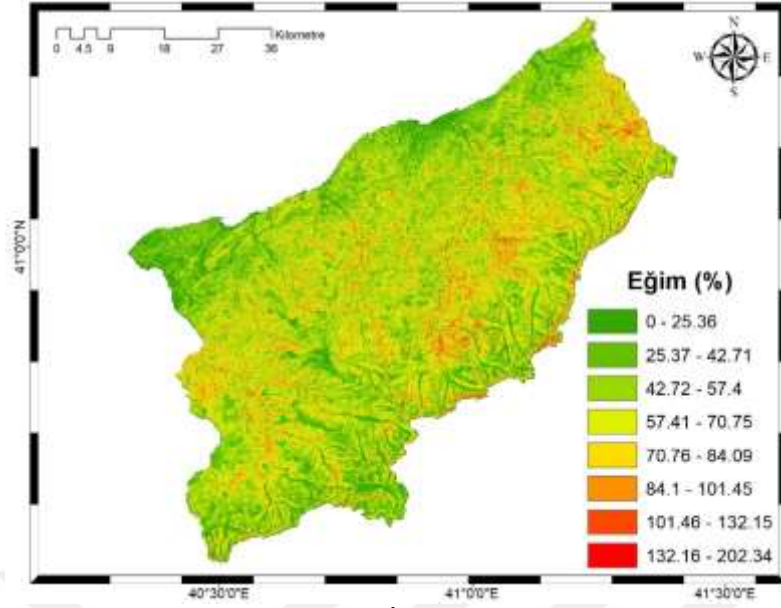
Rize Botanik (Ziraat ay Bahçesi) Parkı'nın CBS ortamında hazırlanarak elde verilen harita verileri incelendiğinde, park alanının büyük çoğunluğunun güney batı bakısında yer aldığı görülmektedir. Parkın kuzeyinde kalan alan güney bakısı; güney batı, batı, doğu, kuzey doğu alanları güney batı bakısı; komşu güney doğu yönündeki alan ise kuzey batı bakısına sahiptir (Şekil 46).



Şekil 46. Rize İli Botanik Parkı Bakı Haritası

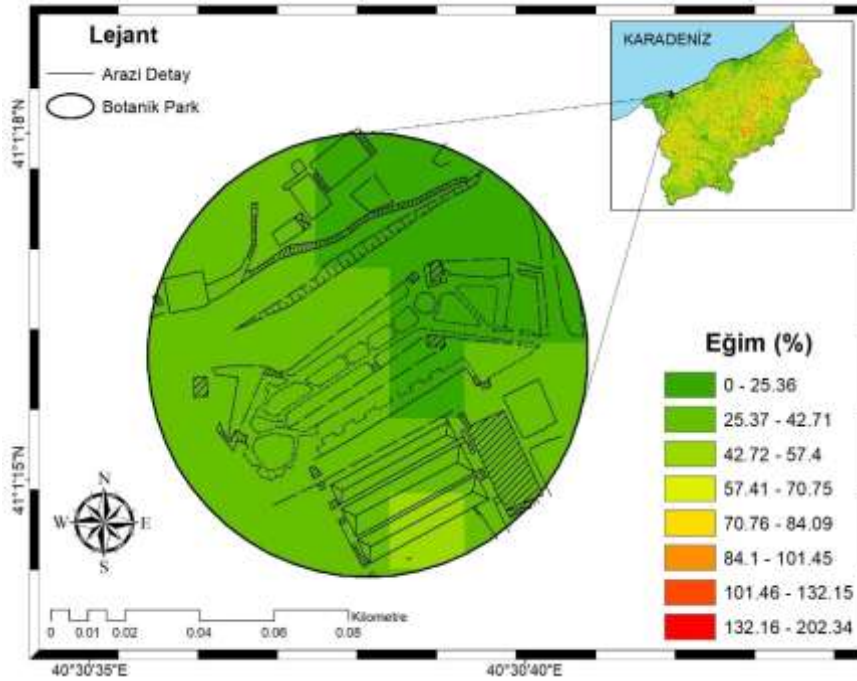
### 3.2.6. CBS Tabanlı Eğim Haritasının Oluşturulması

Rize iline ait oluşturulan CBS tabanlı eğim haritasından (Şekil 47) edinilen verilere bakıldığında, kıyı şeridi, il ve ilçe merkezleri ve komşu tarım/ormanlık bölgeleri ve çevresinin yer aldığı alanların % 0-05.36 oranında eğim değerlerine sahip oldukları tespit edilmiştir.



Şekil 47. Rize İli Eğim Haritası

Ayrıca yayla ve mera alanlarını bulunduğu bölgelerin de % 0-05.36 eğim değerleri içerisinde yer aldığı görülmektedir. Yükselti farkı arttıkça kentteki eğim oranları yükselmektedir. Eğimin % 132.16-202.34 değer aralıklarına ulaştığı bölgelerin sarp alanlar ve dağların zirve bölgeleri olduğu görülmektedir.

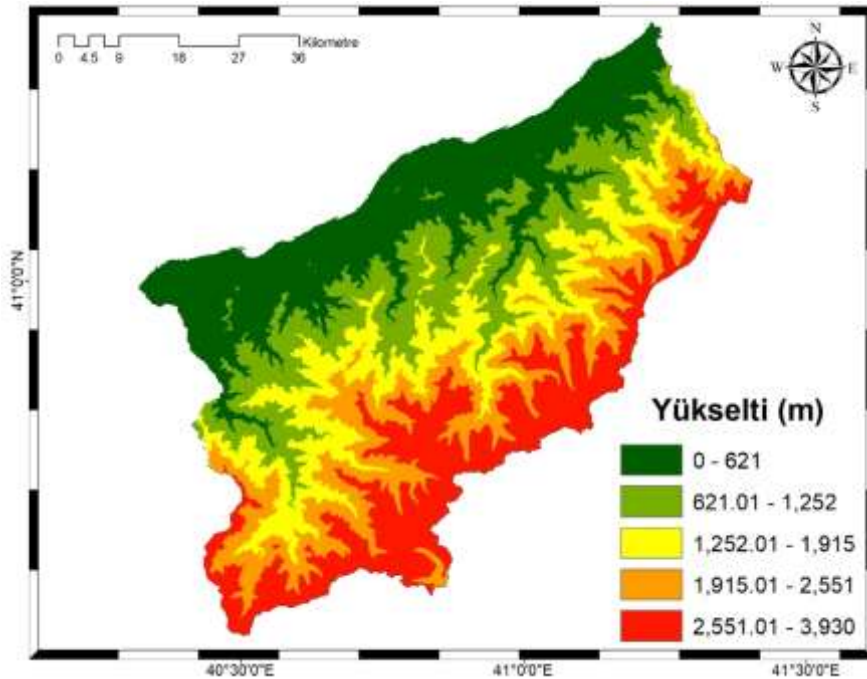


Şekil 48. Rize İli Botanik Parkı Eğim Haritası

Rize Botanik Park için CBS ortamında oluşturulan eğim haritasından elde edilen veriler incelendiğinde, parkın güney yönü %42.72-57.4 eğim değerine sahiptir. Batı, kuzey batı, güney batı ve güney doğusunda bulunan alanlarının ortalama % 25.37-42.71 değerleri arasında eğime sahip olduğu anlaşılmaktadır. Çalışma alanı, kuzeyi, doğusu ve kuzeydoğu yönleri %0-25.36'lık eğim değeri arasında konumlanmış durumdadır (Şekil 48).

### 3.2.7. CBS Tabanlı Yükselti Haritasının Oluşturulması

Kentin kıyı şeridinden güney ve güney doğu yönlerine ilerledikçe yükselti değerlerinin arttığı görülmektedir. Rize ilinin sahil şeridinde paralel yaklaşık 15 km'lik iç kısım boyunca başından sonuna kadarki mesafeyi kapsayan il ve sahil ilçe merkezlerini kapsayan alanlar 0-621m'lik yükselti değerleri içerisinde konumlanmaktadır. İyidere, Der pazarı, Kalkandere'nin bir kısmı, Güneysu, Rize Merkez'in büyük bir kısmı, Çayeli, Pazar, Hemşin'in bir kısmı, Çamlıhemşin'in ilçesinin bir kısmı, Ardeşen'in büyük bir kısmı ve Fındıklı'nın büyük bir kısmını içeren alanlar 0-621 ve 621.01-1915m arasında değişen yükselti değerlerine sahiptir. Dağların zirveleri, yüksek köyler, mera ve yaylaların bulunduğu yerler ise 1915,01-2551 m'lik yükselti değerleri arasında bulunmaktadır (Şekil 49).



Şekil 49. Rize İli Yükselti Haritası

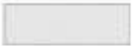
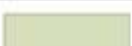
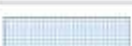




Şekil 51. Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Park Alanı Albedo Değerleri



Şekil 52. Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı Albedo Haritası

| RİZE ZİRAAT ÇAY BAHÇESİ (RİZE BOTANİK) PARKI                                      |        |                        |                                      |                      |                  |                       |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------|------------------------|--------------------------------------|----------------------|------------------|-----------------------|
| LEJAND                                                                            |        |                        |                                      |                      |                  | 51.500 m <sup>2</sup> |
| SEMBOL                                                                            | KOD    | AÇIKLAMA               | MAHAL                                | MİKTAR               | ALBEDO KATSAYISI | ALBEDO DEĞERİ         |
| 1.1 MEVCUT YAPI                                                                   |        |                        |                                      |                      |                  |                       |
|  | 1.1.1a | Beton Yüzeyler         | YOL VE OTURMA ALANLARI               | 12850 m <sup>2</sup> | 0.10-0.35        | 1285-4497.5           |
|  | 1.1.1b | Kırmızı Çatı / Kiremit | BİNA ÇATILARI                        | 3585 m <sup>2</sup>  | 0.10-0.13        | 358.5-466             |
|  | 1.1.1c | Ağaçlık/Yeşil Alanlar  | PARK İÇİ<br>BİTKİSEL PEYZAJ ALANLARI | 35176 m <sup>2</sup> | 0.15-0.18        | 5276.5-6332           |
|  | 1.1.1d | Su Ögesi               | REKREASYON ALANI                     | 69 m <sup>2</sup>    | 0.10             | 6.9                   |

**Şekil 53.** Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı Albedo Haritası Lejantı

### 3.4. Rize İli Botanik Parkının Çevresel Etkileşiminin CBS ile Haritalanması

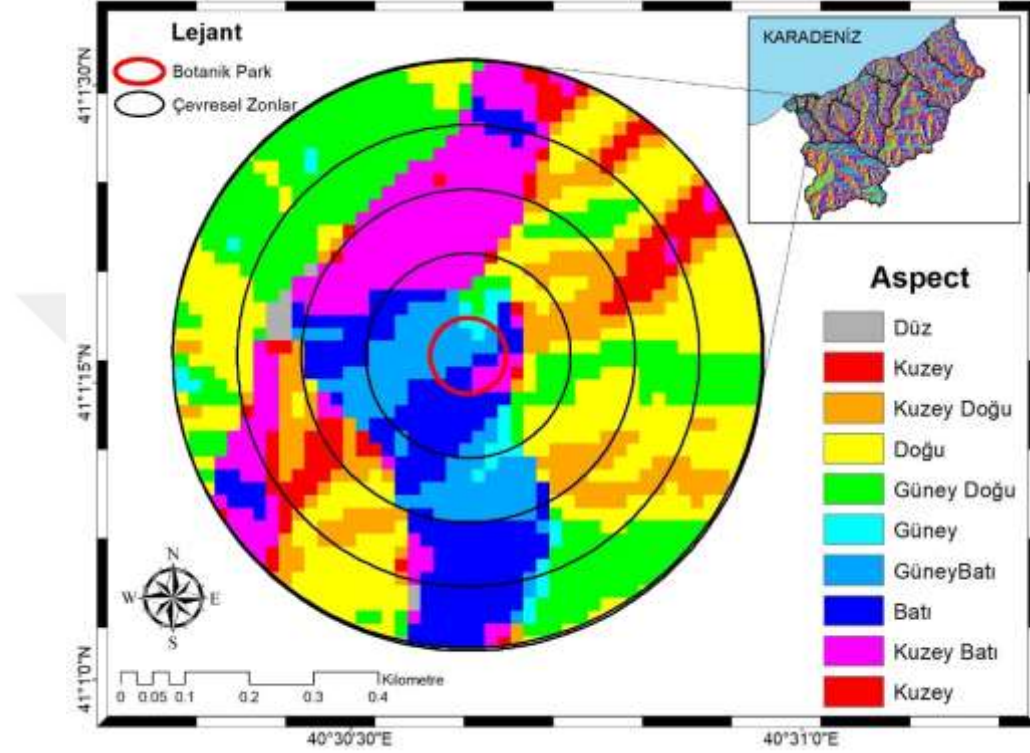
Rize ili Botanik Parkının çevresel etkileşiminin harita tabanlı belirlenmesi amacıyla botanik parkı alanı etrafında 100 metre çapında dairesel alanlar ile dört adet çevresel bölge (zone) oluşturulmuştur. Bu zonlar ile botanik parkının belirli mesafede değişkenlik gösteren ve mevcut olan arazi kullanım yapısı, topografik özellikler vb parametrelerin harita tabanlı olarak belirlenmiştir.

#### 3.4.1. Çevresel Zonların Eğim Haritasının Oluşturulması

Çevresel zonların eğim analizinin yapıldığı haritada (Şekil 54), kırmızı daire şeklinde belirtilen çalışma alanının içerisinde bulunduğu dört farklı zonla birlikte sınırları belirtilmiştir.



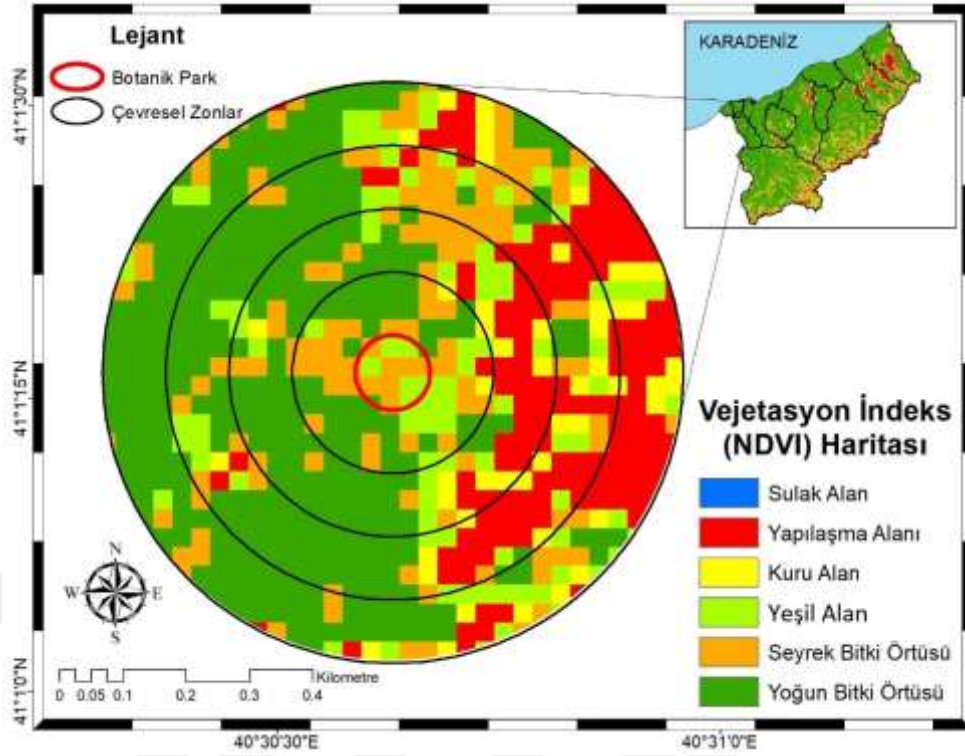
bakısı hakimken, diğer alanlar kuzey batı, doğu ve güney doğu bakısına sahiptir. 3. zon ve 4. zonda çoğunlukla kuzey ve güney batı yönlerinde kuzey bakısı bulunmaktadır. Güneyde batı bakısı, geri kalan alanlara bakıldığında ise homejen olarak kuzey doğu, güney doğu, kuzey ve doğu bakısına sahiptir (Şekil 55).



Şekil 55. Çevresel Zonların CBS Tabanlı Bakı Haritası

### 3.4.3. Çevresel Zonların NDVI Haritasının Oluşturulması

Çalışma alanının ilk 100 m'lik çevresi olarak belirlenen 1. zon bölgesi incelendiğinde, genel olarak alana yayılış gösteren vejetasyon indeksi 'Seyrek Bitki Örtüsü' olduğu görülmektedir. Güney doğu yönündeki kısmı ise çoğunlukla 'Yeşil Alanlar'ı içermektedir. 100-300 m arası sınırlar içerisinde bulunan 2. ve 3. zon bölgelerinde ise doğu, güney doğu ve kuzey doğu alanları genellikle 'Yapay Alanlar' ve 'Kuru Alanlar'dan oluşmaktadır. Alanın geri kalan bölgeleri 'Yoğun Bitki Örtüsü' ve 'Seyrek Bitki Örtüsü'nün homojen dağılımından oluşmaktadır. 300-400m arası 4. zon alanını kapsayan alanda ise batı bölgesi çoğunlukla 'Yoğun Bitki Örtüsü' etkisindeyken, doğu bölgesi homojen şekilde 'Kuru Alanlar (Açık Toprak Alanlar)', 'Yapay Alanlar' ve 'Seyrek Bitki Örtüsü' vejetasyon indeksine sahiptir (Şekil 56).

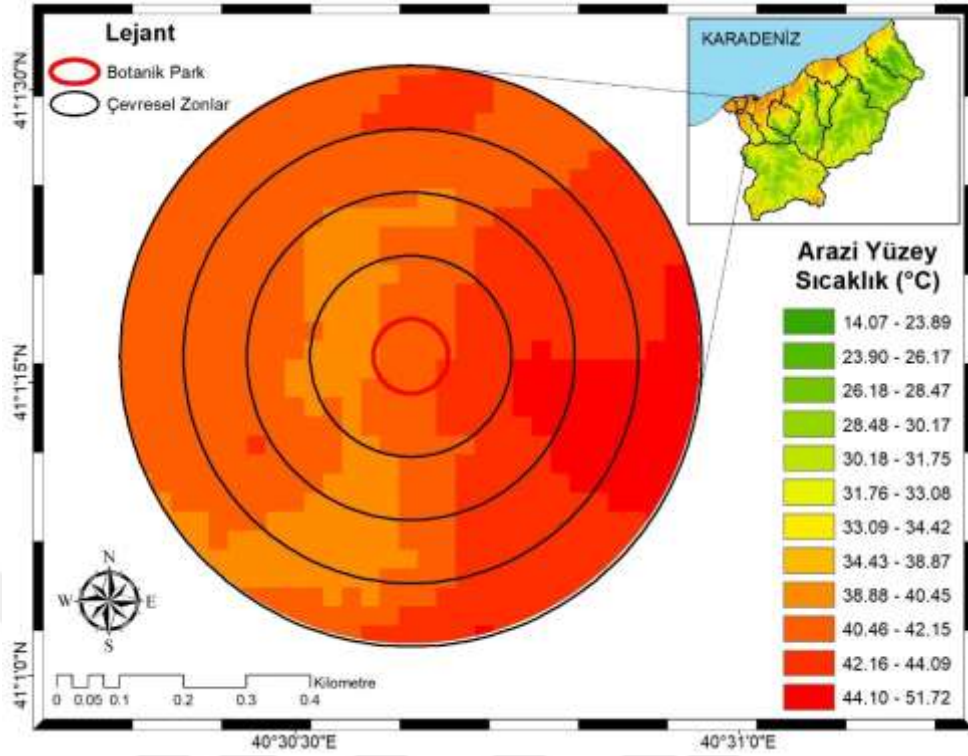


Şekil 56. Çevresel Zonların CBS Tabanlı NDVI Haritası

#### 3.4.4. Çevresel Zonların NDBI Haritasının Oluşturulması

Rize Botanik Parkı'nın çevresel zonlarının CBS ortamında hazırlanan NDBI haritası verilerine bakıldığında, 1.zon bölgesini kapsayan ilk 100 m'lik çevresel alanın doğu, güney ve batı yönlerinde -0.15\_-0.06 değerinde yapay alan yayılım indeksi olduğu saplanmıştır. Doğu ve güney doğu yönlerinin bir kısmı -0.05-0.33 değerinde NDBI değerine sahiptir. 100-300 m arası yer alan, 2. ve 3. çevresel zonların doğu ve güney doğu cephesi -0.05-0.33 değer aralığında yer alırken, geri kalan bölge değerleri homojen şekilde yer almaktadır. 4. ve son zon incelendiğinde, kuzey, kuzey doğu, doğu, güney doğu ve güney bölgelerinde -0.05-0.33 değer aralığında yapay alan indeksi yer almaktadır. Batı da yoğun olarak -0.6\_-0.24 değerine sahiken, geri kalan alanlar homojen şekilde diğer değer aralıklarına sahiptirler (Şekil 57).





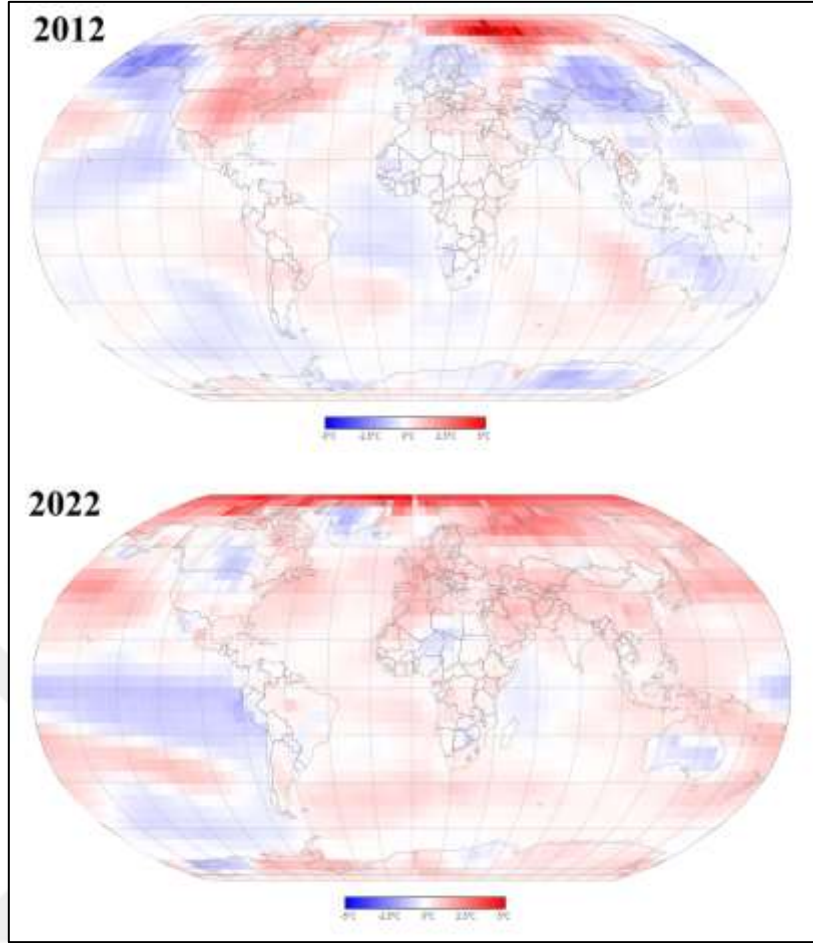
Şekil 58. Çevresel Zonların CBS Tabanlı Arazi Yüzey Sıcaklığı Haritası

Kuzey ve güney yönler homojen olarak 40-46-42.15 °C ve 37.88-40.45 °C yer yüzey sıcaklığı değerinde iken, kuzey, kuzey batı, batı ve güney batı alanları 40.46-42.15 °C sıcaklık verilerine ulaşılmıştır. Son olarak 300-400 m'lik alanı kapsayan 4. çevresel zon alanının doğu alanı 44.10-51.72 °C, kuzey, kuzey doğu ve güney doğu alanları 42.16-44.09 °C, güney batı homojen olarak 40.46-42.15 °C ve 37.88-40.45 °C ve batı ve kuzey batı yönünün yüzey sıcaklık değeri 40.46-42.15 °C olarak hesaplanmıştır (Şekil 58).

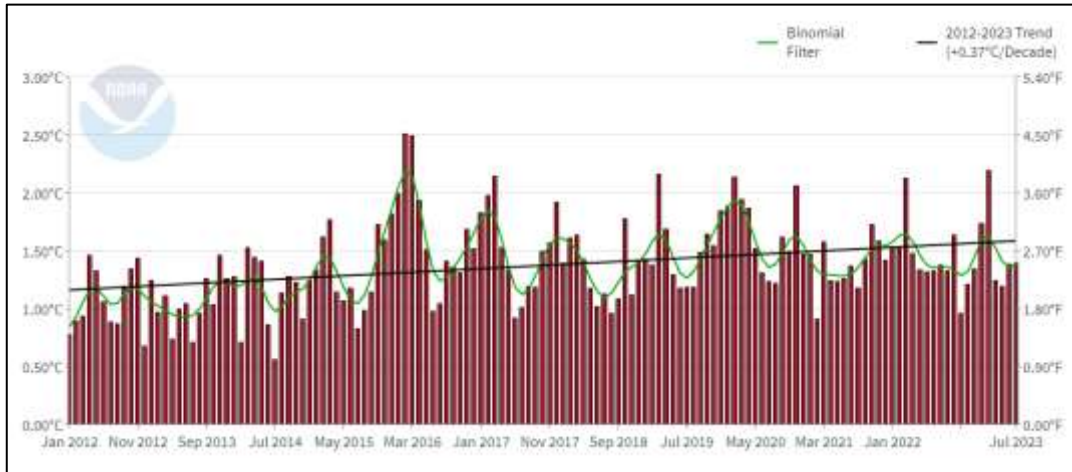
## 4. TARTIŞMA

### 4.1. Sıcaklık Değişimi ile Arazi Yüzey Sıcaklık Değişimi Etkileşimi

Küresel yıllık ortalama sıcaklık, 1880 – 1970 yılları arasında her on yılda ortalama  $0.06^{\circ}\text{C}$  –  $0.08^{\circ}\text{C}$  ( $0.11^{\circ}\text{F}$  –  $0.14^{\circ}\text{F}$ ) ve 1970 – 1981 yılları arasında her on yılda ortalama  $0.16^{\circ}\text{C}$  ( $0.28^{\circ}\text{F}$ ) artış gösterdiği belirtilmiştir. Ancak 1981 yılından günümüze kadar on yıllık ortalama artış oranı  $0.18^{\circ}\text{C}$  ( $0.32^{\circ}\text{F}$ ) değerleri ile iki kattan fazla olmuştur. Kara yüzeyleri genellikle düşük ısı kapasitesine sahiptir ve sıcaklık anormallikleri aylar arasında büyük farklılıklar gösterebilir. 2012 yılı boyunca, ortalama aylık arazi sıcaklığı anomalisi  $+0.22^{\circ}\text{C}$  ( $+0.40^{\circ}\text{F}$ ; Aralık) ile  $+1.39^{\circ}\text{C}$  ( $+2.50^{\circ}\text{F}$ ; Nisan) arasında değişti. 2012 yılı küresel yıllık ortalama kara yüzeyi sıcaklığı, 20. yüzyıl ortalaması olan  $8.5^{\circ}\text{C}$ 'nin ( $47.3^{\circ}\text{F}$ ),  $0.90^{\circ}\text{C}$  ( $1.62^{\circ}\text{F}$ ) artış göstermişti ve bu değerle 2012 yılı küresel düzeyde kaydedilen en sıcak yedinci yıl olarak kayıtlara geçmiştir. 2022 küresel ortalama yüzey sıcaklığı, 20. yüzyılın  $13.9^{\circ}\text{C}$  ( $57.0^{\circ}\text{F}$ ) ortalamasından  $0.86^{\circ}\text{C}$  ( $1.55^{\circ}\text{F}$ ) daha fazla olduğu belirtilmiştir. 2022 boyunca küresel ortalama yüzey sıcaklığı, aylara göre kıyaslandığında en sıcak on yıl arasında kayıtlara geçmiştir. 2022 yılı içinde küresel ortalama yüzey sıcaklık değişiminin en yüksek olduğu ay  $+0.94^{\circ}\text{C}$  ( $+1.69^{\circ}\text{F}$ ) ile Mart ayı olurken,  $+0.75^{\circ}\text{C}$  ( $+1.35^{\circ}\text{F}$ ) ile Kasım ayı en düşük küresel sıcaklık değişiminin yaşandığı ay oldu. Bu açıklamalar kapsamında 2012 ve 2022 yıllarına ait küresel ortalama yüzey sıcaklık haritaları (Şelik 59) ve 2012 – 2023 yılları arası küresel arazi yüzey ortalama sıcaklık değişimi (Şekil 60) gösterilmiştir (IPCC, 2013; IPCC, 2018; IPCC, 2022; NOAA, 2022; NOAA, 2023a; NOAA, 2023b; NOAA, 2023c; NOAA, 2023d; NOAA, 2023e; NOAA, 2023f; USGCRP, 2017).



**Şekil 59.** 2012 ve 2022 Yıllarına Ait Küresel Ortalama Yüzey Sıcaklık Değişim Haritası



**Şekil 60.** 2012 – 2023 Yılları Arası Küresel Arazi Yüzey Ortalama Sıcaklık Değişimi (NOAA, 2023f)

Son yıllarda yapılan çalışmalar içerisinde, Türkiye ve Dünya geneline bakıldığında zaman iklimsel tüm değişimlerin yağış ve sıcaklık değerleri üzerinde etkisi olduğu görülmektedir. 1999 ile 2018 yılları arasında dünya üzerindeki kara parçalarında tespit

edilen sıcaklık ortalamasının  $1.41^{\circ}\text{C}$  olarak kaydedildiği görülmektedir (Balcıoğlu, 2021; Mercan, 2020).

Kentin biyoklimatik konfor özelliklerini incelemek amacıyla yapılan çalışmalarda, meteorolojik istasyonlardan alınan verilerin (sıcaklık, yağış, bağıl nem, rüzgar ve güneşlenme durumu) CBS ortamında analiz ederek veriler oluşturulmaktadır. Bu veriler ile turizm konforu ve Isı İndeksi değerlerine ulaşılabilmektedir. Hissedilen sıcaklık (bağıl nem-sıcaklık) değerleri yardımıyla biyoklimatik konfor değerlendirilmesi yapılabilmektedir.  $17^{\circ}\text{C}$  -  $24.9^{\circ}\text{C}$  değerleri arası hissedilen sıcaklığa sahip alanlar konfor seviyesinde kabul edilmektedir (Sancar, 2022).

Bu bilgiler doğrultusunda Rize ili kent merkezi genelinde 2012 ve 2022 yıllarında her aya ait ortalama aylık sıcaklık değişimi farkları dikkate alındığında toplamda  $-0.2^{\circ}\text{C}$  lik ortalama sıcaklık farkının olduğu gözlemlenmiştir. 2012 – 2022 yılları arası aylara göre aylık ortalama sıcaklık değerleri dikkate alındığında ise tüm ayların herbiri içinde ortalama değerlere dayalı olmak kaydıyla, Ocak ayı ile Aralık ayları sıcaklık farkının  $+1.80^{\circ}\text{C}$  olduğu görülmüştür. Bununla birlikte 2012 – 2022 yılları arası yıllara göre aylık ortalama sıcaklık değerlerine dayalı olarak 2012 yılı ile 2022 yılı arasında  $-0.02^{\circ}\text{C}$ 'lik yıllık ortalama sıcaklık değişiminin mevcut olduğu anlaşılmıştır. Rize ili kent merkezi genelinde 2012 ve 2022 yıllarında aylık ortalama maksimum sıcaklık değişim değerleri farkları dikkate alındığında toplamda  $-3.1^{\circ}\text{C}$ 'lik bir değişim gözlemlenmiştir. 2012 – 2022 yılları arası aylara göre aylık ortalama maksimum sıcaklık değişim değerlerine bakıldığında ise Ocak ayı ile Aralık ayları sıcaklık farkının  $+1.94^{\circ}\text{C}$  olduğu görülmüştür. Bununla birlikte 2012 – 2022 yılları arası yıllara göre aylık ortalama maksimum sıcaklık değerlerine dayalı olarak 2022 yılı ile 2022 yılı arasında  $-0.26^{\circ}\text{C}$ 'lik ortalama maksimum sıcaklık değişiminin mevcut olduğu anlaşılmıştır. Rize ili kent merkezi genelinde 2012 ve 2022 yıllarında aylık ortalama minimum sıcaklık değişim değerleri farkları dikkate alındığında toplamda  $+2.9^{\circ}\text{C}$ 'lik bir değişim gözlemlenmiştir. 2012 – 2022 yılları arası aylara göre aylık ortalama minimum sıcaklık değişim değerlerine bakıldığında ise Ocak ayı ile Aralık ayları sıcaklık farkının  $+1.79^{\circ}\text{C}$  olduğu görülmüştür. Bununla birlikte 2012 – 2022 yılları arası yıllara göre aylık ortalama minimum sıcaklık değerlerine dayalı olarak 2012 yılı ile 2022 yılı arasında  $+0.16^{\circ}\text{C}$ 'lik ortalama minimum sıcaklık değişiminin mevcut olduğu anlaşılmıştır.

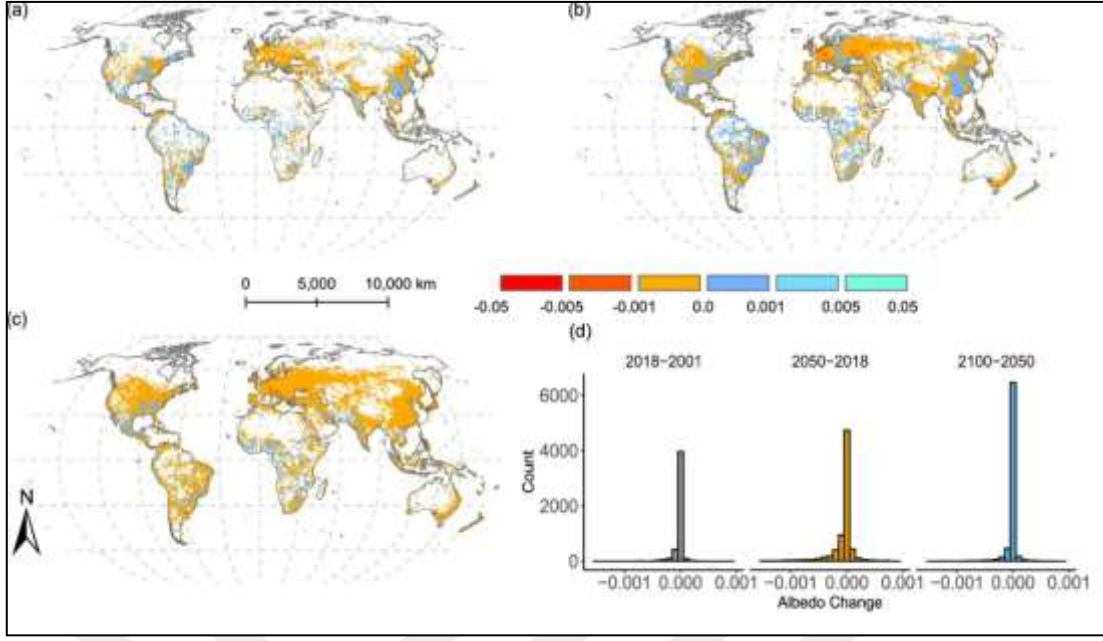
#### 4.2. Kentleşme ve Kentsel Isınma: Genel Değerlendirme

Kent merkezleri ve metropollerin yaşadığı göçlerin, 2050 yılına kadar dünya nüfusunun %70'ini oluşturacağı savunulmaktadır. Hızlı kentleşme beraberinde getirdiği hızlı ve çarpık yapılaşmayla çevresel problemler olarak karşımıza çıkmaktadır. Kentsel yığılmanın kente oluşturduğu yüke bakıldığında; enerji tüketiminde artışa sebep olması, ulaşım ağında zorluk çıkartması, hava ve çevre kirliliği, çarpık/düzensiz yapılaşma ve ekolojik bozulmalar gibi tüm bu çok yönlü sorunları beraberinde getirmektedir. Tüm bu değişimlerin kent içerisinde mikro ve makro düzeyde iklimsel değişimlerine yol açtığı görülmektedir. Artan kullanım yoğunluğu atmosferin kirleticilere maruz kalmasına neden olmaktadır. Özellikle sera gazı ve karbondioksit gazlarının artışı küçük ölçekte kent iklimini, büyük ölçekte ise küresel iklim değişimlerine yol açmaktadır. Bu gazlar arttıkça güneşten gelen radyasyonlar atmosfere geri gidememekte ve bu durum kentlerdeki ısının artmasına sebebiyet vermektedir. Tüm bunlar neticesinde kentsel ısı adası oluşumunu tetikleyen çevresel etmenler bulunmaktadır. Kentsel ısı adası oluşumu ve şiddetine neden olan başlıca sorunlara bakıldığında;

- Kentleşme ile artan yoğun kullanım
- Enerji tüketimindeki artış (araç kullanımı, ısınma ve soğutma vb.)
- Geçirimsiz yüzey kullanım alanlarının genişlemesi
- Sera gazı emisyonları
- Yeşil alanların eksikliği ve ya mevcut doğal varlığın tahrip edilmesi
- Dikeyde ve yatayda artan sık ve düzensiz yapılaşma
- Kent içi mikro iklimin değişmesi
- Kent geometrisi
- Coğrafi konum,

olarak sıralamak mümkündür.

Günümüz ve gelecek adına kentleşme ve kentsel ısı etkisi dikkate alındığında (Şekil 61(a)-(b)-(c)) hem kentsel ölçekte hem de küresel anlamda yapılması ve alınması gereken birçok önlem bulunmaktadır.



**Şekil 61. a)** 2001 yılına göre 2018 yılındaki değişim, **b)** 2018 yılına göre 2050 yılındaki olası değişimler, **c)** 2050 yılına göre 2100 yılındaki olası değişimler ve **d)** toplam albedo değişim histogramı (Ouyang vd., 2022)

Arazi değişimine bağlı yüzeysel ve atmosferik ısınmaların oluşması kentsel ısı adası oluşumun oldukça önemli bir etmendir. Özellikler kentlerde açık ve yeşil alanların varlığındaki eksiklik ve bozulmalar yüzey ısınmalarının artmasını tetiklemektedir. Gündüz güneşten gelen ışınların yüzey malzemeleri tarafından absorbe edilmesi ile depolanan ısı, gün sonunda atmosfere hissedilir ısı olarak açığa çıkar ve bu ısı oluşumu termal konforu etkileyecek şekilde ortaya çıkarak kentli tarafından hissedilmesine sebep olur. Albedo değeri düşük materyallerin kullanılması ile birlikte kent geometrisinin dar sokalar, yüksek ve bitişik yapılarda oluşması, kent içi hava sirkülasyonunu azaltmakta ve kentin nefes alan koridorlarını keserek temiz hava kalitesinin düşmesine sebebiyet vermektedir. Ağaçların güneş ışınlarını yansıtma albedo değerleri, sert ve geçirimsiz yüzey malzemelerine göre daha yüksektir. Bu da gösteriyor ki kentsel ısı adası oluşumuyla mücadelede en önemli materyal bitkisel peyzaj öğeleridir.

#### 4.3. Peyzaj Uygulamaları ile Kentsel Isı Adası Etkileşimi

Şermet ve Özyavuz 2018’de yaptıkları bir çalışmada, kent içerisinde bitkilendirme çalışmaları yapılırken su tutucu bitkilerin kullanımı sayesinde, toprakta oluşan buharlaşma-terleme sayesindeki etki, havanın soğutulmasında +1°C ile

+5°C'ye kadar fark ortaya koyduğu gözlemlenmiştir. Kent peyzajlarına ve ormanlık alanlarıdaki bitkisel yoğunluğa bakıldığında buradaki hava sıcaklık değerinin max. +3.9°C'lere kadar olduğu, kentsel alanlarda ise bu değerin +4.7°C'lere kadar yükseldiği neticesine ulaşılmıştır. Mevsimsel açıdan ise yaz aylarındaki serinlik oranının artması ve soğutma etkisinin %80'lere kadar çıkmasında yine ağaç popülasyonlarının varlığından söz etmek mümkündür. Peyzaj alanlarının kent içerisinde, her 50m – 100m'lik alan içerisinde bulunan bitkisel yoğunluğun havadaki sıcaklık değerini +3.5°C'ye kadar indirdiği tespit edilmiştir. Aynı zamanda yine bu çalışmada, İstanbul'da yapılan bir kentsel ısı adası çalışmasında, sıcaklık değerinin %20'lik bir oranda bitki örtüsünün varlığından etki aldığı gözlemlenmiştir. Benzer bir durumda Batman ilinde yapılan çalışmada, kentsel ısı adası etkisi için yapılan çalışmada uzaktan algılama ile tespit edilen değerlerden anlaşıldığı üzere, kent içerisinde bitkisel yoğunluğu ağaçlar ile kaplı park ve bahçeler ile kentsel yerleşim alanları arasında +10°C bir sıcaklık farkı olduğu tespit edilmiştir.

PeyzaX Dergisi (URL-5)'nin 2023'te yayınlanan bir yazısına bakıldığında, kentlerin doğal dengelerinin korunmasını öncelik edinen, yeşil alan varlıklarının kent içerisinde geliştirilmesi, korunması ve tüm biyolojik çeşitliliğin bütünen ele alınarak bir arada çalışması gerektiğini savunan peyzaj mimarları, tüm bu ekosistemlerin gerekli çalışmalar sonucunda kentsel ısı adası etkisini hafifletmede önemli rol oynadığını savunmaktadır. Bu yaparken kentin mikro iklim değerlerini göz önüne alacak şekilde tasarlanmasını da sağlamaktadırlar. Peyzaj disiplini mimarlar, mikro iklimdeki düzenlemeler kent içi sıcaklık artışlarının önlemede etkili bir faktördür. Hava kalitesindeki iyileştirmeler, su döngüsünün düzenlenmesi ve doğal-yapay gölge elemanlarının kullanılması ile kent içi ısının düşürülmesini planlamaktadırlar. Tüm bu sıcaklık değerlerini düşürmek için yapılan çalışmalarda, dikeyde ve yatayda açık yeşil alanların artırılması, yeşil çatılar ve dikey bahçeler gibi peyzaj unsurlarının kullanılması kentsel ısı adası etkisi oluşumunda olumlu neticeler doğurmaktadır.

Adıgüzel ve Küçükerbaş, 2018 yılında yaptıkları çalışmada, dünya üzerinde kurulan yaşam alanlarının çoğu kentsel peyzajların içerisinde yer almaktadır. Bu yoğunluk nüfus artışından kaynaklı olarak 2030 yılına yaklaşıldığında %60 düzeyinde artacağı düşünülmektedir. Kentin meteorolojisinde ve bitki örtüsünde meydana gelen değişimlerin tümü insan faaliyetlerine bağlı doğal peyzaj alanlarında gerçekleşen

değişimler olarak gözlemlenmiştir. Kent içerisinde gölgeleme özelliği ve buharlaşma gibi önemli görevlere sahip olan bitki örtüsündeki azalmaların ortaya çıkması, kent getetrisine bağlı kent içi ısının yansımaları engelleyen yüksek ve dar koridorların varlığı ve de albedo özelliği açısından düşük seviye gösteren yapısal malzemeleri kullanımı kentsel ısı adası etkisinin oluşumunda büyük etmenler olarak görülmektedir. Bu durumu düzelmek ve ilerlemesini yavaşlatmak için kentsel, bölgesel ve ülke çapında mikro ölçeklerde çalışmalar yapılması çok önemlidir.

Çalışmadan da gözlemlendiği üzere kent yüzeyinde bitkisel dokuda yaşanan eksiklikler, bozulmalar ve yetersizlikler kentte sıcaklık düzeylerinde yükselmelerin oluşmasına sebep olmaktadır. Kentleşme ile ortaya çıkan çarpık ve düzensiz yerleşimler, bitkisel alanların azalması ve etkinliğini kaybetmesine neden olurken, hava olaylarında da bozulmaların oluşmasına sebep olmaktadır. Oluşumunun önüne geçmek her ne kadar zor olsa da kentsel ısı adası etkisinin minimum seviyelerde hissedilmesi için kent ölçeğinde iyileştirmelerin yapılması, bölgesel önemli planlamalar ve ülke çapında alınacak kararlar ile kontrol edilmesi gibi önemli çalışmaların yürütülmesi gerektiği anlaşılmaktadır.

Özkök vd.adaşlarının 2017’de yaptığı çalışmada, kentsel alanların kırsal, orman ve doğal peyzaj alanlarına göre sıcaklık ortalamasının daha yüksek saptanması olarak tanımladıkları kentsel ısı adası etkisi olgusunun baş etmenlerinin kent içerisinde enerji tüketiminde meydana gelen artış, yüzey malzemelerinin geçirgenliğini düşük olması, doğal peyzaj alanların imara açılması gibi önemli başlıklardan oluşmaktadır. Öte yandan yeşil alanların varlığının kent içi sıcaklığı düşürdüğü ve bu sıcaklığı ortadan kaldırmak için yeşil koridorların oluşturulması gerektiği ileri sürülmektedir. Bitki kompozisyonlarının oluşturduğu yeşil alanlar kentin yüzey sıcaklığını dengelemek anlamında önemli bir etkiye sahiptir. Kentsel alanların yüksek olduğu durumlarda, bitkisel peyzajların arttırılarak yeşil alanların planlaması gerekmektedir bu durum yüzeyde oluşan sıcaklıkların azaltılmasında rol oynamaktadır.

Peyzaj tasarımların planlanması sırasında meslek öncülerinin kentsel ısı adası etkisi oluşumu alanında en dikkat etmesi gereken konulardan biri yüzey sıcaklığının önüne geçecek bitkisel metaryallerin ve bitki kompozisyonların kullanımına özen gösterilmesi olarak görülmektedir. Bu açıdan kent sıcaklığını dengelemek için bitkilendirme ve açık peyzaj alanlarının varlığı, su tutumu, albedo etkisi, nefes alan

koridorlar, gölge elemanı olma vb. yönünden bitki kullanımının ve peyzaj mimarlığının kentsel ısı adası oluşumu açısından önemini ortaya koymaktadır.

KADİGER (URL-6)'de yayınlanan bir yazıda, Dünya üzerinde kullanımda olan enerji kaynaklarının %78 oranında kentlerde olduğunu açıklayan BM, yine kentlerde %60 oranında sera gazı emisyonunun üretildiğini belirtmektedir. Nüfus artışı ile doğru oranda yükseliş gösteren bu atık üretimi ve kaynakların azalması durumu, küresel anlamda bir iklim kriz durumuna sebep olmaktadır. Yükselen ve yatayda geniş yayılım gösteren yapısal yoğunluk, hava koridorlarının oluşmasını engellemekte, rüzgar etkisini azaltmakta, binaların ısı yayılımını arttırmakta ve bunlar neticesinde kentsel ısı adası oluşumuna neden olmaktadır. Bunların neticesinde artan sıcaklık yoğunlukları, düzensiz ve yüksek yağış rejimi ile oluşan taşkın ve sel olayları, sıcak ve kuraklığa bağlı yaşanan su kesintileri toplumun gündelik yaşamlarında sorunlar oluşturmakta ve insan sağlığını olumsuz anlamda etkilemektedir. Tüm bu oluşumlara bakıldığında Peyzaj Mimarlığı meslek disiplinin, iklim değişikliği ve küresel ısınma gibi problemlerin etkilerini azaltmak, tahrip olan veya eksilen biyolojik çeşitliliğin artırılmasını sağlamak ve kent sistemlerini daha güçlü hale getirip aynı zamanda ekosistemin parçalarını da onararak doğal çevreyi koruma ve sürdürülebilir kılmak gibi bir prensibe sahiptir. Karbon Nötr adı altında yürütülen çalışmada, 2050 yılına kadar karbon emisyonunun azaltılması planlanmaktadır. Bu çalışmayı yürüten Europe Green Deal'ın planladığı bu çalışmaya maalesef ülkemiz mevzuatları henüz hazır değil. Bu konuyla alakalı kanun ve yönetmeliklerin en kısa zamanda ülkemizce de yürürlüğe girmesi önem arz etmektedir. Peyzaj alanlarının kentlerdeki varlığı, karbon salınımının önüne geçen tasarımlar ile kentin mikro iklimini düzenleme, toprak ve hava kalitesini olumlu yöne çevirmede ve sel-taşkın gibi doğa olaylarının önüne geçmede büyük rolü vardır. Bu açılardan da bakıldığında kentsel açık yeşil peyzaj alanlarının karbon salınımını azaltarak, sera gazı oluşumunun etkilerinin de azalmasına, iklim krizinin ve kentsel ısı adası etkilerinin de oluşturduğu olumsuz durumların minimum seviyelere indirilmesine öncü olduğu ortaya konmaktadır.

Genel çerçevede bakıldığında, Peyzaj Mimarlığı disiplini göz önüne alınarak tasarlanan kentlerde, sera gazı, karbon salımı, hava ve su kirliliği, sel ve taşkınlar, biyoçeşitlilik ve ekosistemde oluşan bozulmalar gib birçok ekolojik, sosyal ve ekonomik problemin önüne geçilmesinde önemli bir etmen olduğu anlaşılmaktadır.

Varolan ve oluşabilecek tüm problemlerin aslında peyzaj odaklı olmayan kentsel tasarımlardan kaynaklandığı ve meydana gelen bu sıkıntılardan da yine Peyzaj Mimarlığı çözüm odaklı yaklaşımlar sayesinde olacağı gözler önüne serilmektedir.

Çetinkaya Çiftçioğlu ve Alvan Bozdereli (2020) Şehir ve Medeniyet Dergisi'nde yayınladıkları bir yazılarında, iklim faktörü insan yaşamını içerisinde barındıran ekosistem ve peyzajların oluşum ve gelişiminde en etkili faktör olarak nitelendirilmektedir. Ulusal anlamada yapılan planlamaların iklim değişikliğiyle mücadele ile uyum içerisinde planlanması gerekmektedir. Küresel iklim değişikliğine neden olan başlıca sebepler ise, volkanik faaliyetler, tektonik hareketler, güneşten gelen enerji değişimi, sera gazı salınımındaki artış, donmuş toprak parçalarının çözülmesi gibi başlıklar altında sıralanmaktadır. 21. yüzyılın en önemli küresel iklim değişikliği problemine bakıldığında ise başlıca etmenin sera gazı salınımlarındaki artış olduğu görülmektedir. Sera gazı emisyonlarının artması ile peyzaj üzerinde biyolojik çeşitlilik ve ekosistemlerde bozulum ve yok oluşlar meydana gelmektedir. Artan sıcaklık ve radyasyon ışınları hava kalitesinin bozulmasına neden olmakta ve peyzaj karakteri ve türlerinde eksilmelere sebebiyet vermektedir. Ayrıca kentsel ısı adası etkisinin de ortaya çıkmasıyla, insan sağlığını tehdit eden birçok olumsuz durumun oluşumu gözlenmektedir. Peyzaj doğal ana karakterinin ve kentsel peyzaj alanlarının kent kullanıcıları için önemli birçok getirisi vardır. İklimsel değişimlerin mikro düzeyde kente ve peyzaj alanlarına etkilerinin gözlemlenip, düzeltilmesi için çalışmalar yapılması gerekmektedir. Sera gazlarının sağlık, tarım ve gıda üretimi gibi güncel istek ve ihtiyaçları da eksi yönde etkilemektedir. Genel olarak bakıldığında küresel anlamda iklim değişimleri ve hava sıcaklığındaki artışların varlığı peyzaj ekolojisindeki birçok bileşeni olumsuz yönde etkilemektedir. Tüm bu etmenleri minimuma indirmek, korumak ve kontrol etmek amacıyla yasal araçlar geliştirilmiştir. Ozon Tabakasını Korunmasına Yönelik Viyana Sözleşmesi, Montreal ve Kyoto Protokolleri, Paris Antlaşması ve BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi bu bağlamda geliştirilen yasal araç unsurları olarak görülmektedir. Her hükümetin kendi ulusal strateji ve eylem planlarını, Peyzaj Mimarlığı meslek disiplince uyarlanan uygun yaklaşımlar ile geliştirmesi gerekmektedir.

21. yüzyılın en önemli küresel iklim değişiklik etmenlerinden olan sera gazı salınımları, doğal peyzaj karakterlerinde doğrudan ya da dolaylı olarak bozulumlara

sebebiyet vermektedir. Radyasyon ışınlarındaki artış ve sıcak hava yoğunluğundaki yükselmeler kentsel ısı adası etkisinin yüksek seviyelerde seyretmesine neden olarak, kent içerisinde yaşamını sürdüren tüm canlıların hayat koşullarını olumsuz yönde etkilemektedir. Kentsel ısı adasını oluşturan sera gazı emisyonlarının oluşmasını önlemek ve etkilerinin en az seviyeye indirilmesi amacıyla, Peyzaj Mimarlığı meslek disiplinine uygun ulusal yasal prosedürler ve eylem planı çalışmalarının yapılmasının önemli olduğu görülmektedir. Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı'nın sahip olduğu yüzey materyallerine dikkate alındığında, yeşil alan ve ağaçlıkların yüksek miktarda olduğu görülmektedir.

#### **4.4. Kentselleşme Yoğunluğu ile Kentsel Isı Adası Etkileşiminin Değerlendirilmesi**

Son dönemde kentleşme ve faaliyetlerinden yoğun artış ve kırsaldan kentsel doğru oluşan göçler, doğal kaynak ve enerji tüketiminde yükselmelere neden olmakta ve bu durum önce mikro ölçekte kent iklimini sonra da ulusal ve küresel ölçekte tüm yaşam alanlarını olumsuz yönde etkilemekte ve kentsel ısı adası etkisi oluşumuna sebep olmaktadır. Peyzaj deseni ve kent geometrisi açısından uygun şekilde tasarlanmamış veya değişim/dönüşüm anlamında sürdürülebilir bir yaklaşım içerisinde olmayan kentleşmelerin; dikeyde ve yatayla çarpık ve düzensiz yerleşim alanları ve bu alanların plansız bir şekilde yayılım göstererek bitki örtüsü alanları sınırlarına girip tahripler oluşturulması kent ekolojisi açısından sorun teşkil etmektedir. Artan yoğun kullanım; trafik yoğunluğu sonucu oluşan hava kirleticilerin varlığı, kent içi ısıtma ve soğutma amaçlı kullanılan enerji kaynakları ve fosil yakıtlar, sera gazı ve karbon emisyonları gibi çevresel problemleri beraberinde getirmektedir. Kentsel tasarımlarda yer yüzey sıcaklığında meydana gelen ısınmaların temel problemlerine bakıldığında albedo değeri düşük, geçirimsiz ve koyu renkli materyallerin kullanımından kaynaklı olduğunu söylemek mümkündür. Kent içi bu gibi kirleticilerin varlığı, hava sıcaklık değerlerinin yükselmesine, termal konforun yaşam standartlarından aşağı düşmesine, kent sakinlerinin sağlık problemleriyle karşılaşmasına ve kent iklimi sorunlarının baş göstermesine neden olmaktadır. İklimin etki aldığı bu etmenler sayesinde, kentsel sıcaklık verilerinde yükselmeler; sel, taşkın ve erozyon gibi doğal afetlerin tetiklenmesine yol açmaktadır. Tüm bu doğal afetler

insanları sağlık ve ekonomik açıdan olumsuz yönde etkileyerek, can ve mal kayıplarının yaşanmasına sebep olmaktadır.

Bu noktadan bakıldığı zaman Rize kentli içerisinde bulunan çalışama için tercih edilen, kentin en büyük yüzey alanına sahip Rize Botanik (Ziraat ay Bahçesi) Parkı'nın kentsel ısı adası oluşumuna etkisi ve etkilerinin ekolojik açıdan tespiti üzerinde çalışılmıştır. Eğim, bakı, yükselik gibi veriler yardımıyla topografik durum; sıcaklık, yağış ve nispi nem ile iklimsel durum; NDVI, NDBI, arazi örtüsü, albode ve yer yüzey sıcaklık değişimi ile arazi değişim durumu; termal konfor, kent geometrisi ve sera gazı/karbon emisyonu açısından da ekolojik durum açısından değerlendirmeler yapılmıştır.

#### **4.4.1. Kentsel Ekolojik Değişimlerine Dayalı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisi**

şensoy vd., (2020)'de yaptıkları bir çalışmada geçen, termal konfor için nem oranı %30-65 değerı uygunken, sıcaklığın da 21-27 C aralığında olmasının kentte yaşanılabirlik için ideal olduğunu belirtmektedirler. Türkyılmaz, (2021)'de, kentlerde ısı adası etkisinin görülmesi, kış mevsimlerinde ısınma ihtiyaı için gereken enerji tüketimi ve fosil yakıt miktarını azaltmaktadır. Ancak bu durum yaz mevsimlerinde sıcaklık değerlerinin daha da artmasına yol açmaktadır. Hava sıcaklığında meydana gelen her 0.6C'lik ısınma, elektrik tüketiminde ortalama %1 - %2 arasında tüketimi arttırmaktadır. Bu durum kentsel ısı adası oluşumunda kent ısının artmasına ve termal konfor düzeyinde düşmelere sebep olmaktadır.

Kent ekolojisinde meydana gelen tüm değişimler, kent kullanıcısını doğrudan ya da dolaylı olarak etkilemektedir. Kent içi sıcaklığında meydana gelen dengesizlikler, nem ve yağış rejiminin düzensizleşmesi, kentsel peyzaj alanlarının yeterizliği, ısınma ve soğutma için gereken enerji sarfıyatı vb. etkilerinin tümünün ortaya çıkardığı sonuçlar kent içi termal konfor kalitesinde bozulmalara sebep olmaktadır. Bununla birlikte, ülkede nüfussal artış ve i glerin yoğun olarak gerçekleşmesinden kaynaklı, mülteci iklimini durumu oluşurmaktadır. Bu durum i g kaynaklı, kent ve ülke içi kullanıma yüklenen nüfussal miktarın bir anda artarak, çevresel, ekonomik ve ekolojik tahribat ve tüketimlerin artmasına neden olması beklenmektedir. Tüm bunlar önce kentsel ölçekte ısı adası etkilerinde artışlara, sonra

ulusal düzeyde olumsuz neticelere ön ayak olacağı düşünülmektedir.

Bu bağlamda Rize kentinde, il ve ilçe merkezlerinden yükselti farkının arttığı, doğal peyzaj öğelerinin, orman ve yeşil alan açısından zengin bölgelere gidildiğinde, kent içi sıcaklık değerlerinin düşeceği ve termal konfor seviyesinin uygun değerlerde olacağı öngörülmektedir.

#### **4.4.2. Kent Geometrisi Etkisine Dayalı Değerlendirmeler**

Termal konfor seviyelerinin ideal değerlerde olması için kentteki, bina yüksekliklerinin yol genişliklerine oranı, olarak tanımlanan sokak kanyonu oranının kent planlamalarında göz önüne alınması gerektiği anlaşılmaktadır. Kent geometrisini oluşturan esaslara bağlı olarak değişim gösteren sokak kanyonunun ortaya çıkmasında belirli etmenler mevcuttur. Sokakların genişlik ve uzunlukları, konut ve yapıların cephe kaplama materyalleri, binaların alansal kullanım yoğunlukları ve dikeydeki yükseklikleri gibi etmenlerden dolayı etki değerleri mevcuttur.

Sarı ve Yılmaz (2021)'de yaptıkları çalışmada kent geometrisinin, sokak yapılarının uzunlukları, binaların yerleşim ve yüksekliklerinin kent içinde rüzgar dolaşımı için önemli olduğu vurgulanmaktadır. Yüksek yapılaşmış bina alanları ve sıkışık nizam sokak hattı kent içi havalandırmayı engelleyerek, kirli havanın çıkıp temiz havanın girişi sirkülasyonunu olumsuz yönde etkilemektedir. Bazı kent geometrisi tiplerinde, hava sirkülasyonunu engelleyen şey sadece dar sokaklar ve yüksek yapılar değil, geniş taçlı büyük ve uygun yerde kullanılmayan ağaçların hava geçişine engel olması ve havayı bloke edip alan içerisinde hapsedtiği tespit edilmiştir. Bunun için hava geçişinin kolay olması gerektiği, bitki seçiminde ise kompart ve sık yapılı yoğun ağaçlandırma yerine, rüzgar akışını geçirecek yüksek yapılı ağaçlar veya çalı formu bitkilendirme tasarımı yapılmasının uygun olacağı savunulmaktadır.

Rize ili konu başlığı düzeyinde incelendiğinde, denize paralellik gösteren geniş sahil yoluna sahip olduğu görülmektedir. Kent geometrisi açısından dar sokaklar sahip kent merkezi, kentsel dönüşüm kapsamında yeniden değerlendirilmektedir. Yapılan bu değişimlerin kent geometrisine uygunluğu düşünülerek yapıldığı takdirde kent içi sıcaklık değerlerini etkilemeyeceği, öte yandan kent içi ısınmalara meyil verecek yüksek ve geniş alanlara yayılmış, koyu renk yer ve cephe malzemelerine sahip alanların oluşturulması, kentsel ısı adası etkisini tetikleyecek yeni bir etken olarak değerlendirilecektir.

#### **4.4.3. Sera gazı ve Karbon Emisyonları Etkisine Dayalı Değerlendirmeler**

Nüfussal yoğunluk ve endüstriyelleşme ile artan sanayi alanları, enerji kaynaklarındaki tüketim, doğal bitki örtüsü arazilerinin barınma, sanayi, turizm ve maden ocakları gibi tahribatı ve tüketim potansiyeli yüksek alanlara dönüştürüp değiştirilmesi, açığa çıkacak olan karbon emisyonu ve sera gazları gibi çevre ve hava kirleticilerin atmosferdeki yoğunluğunu arttırmaktadır.

Türkyılmaz, 2021’de yaptığı bir çalışmada, antropojenik etmenler sonucunda tüketimde meydana gelen artış, hava kirliliği ve sera gazlarının çevresel olumsuz etkileri olarak ortaya çıkmaktadır. Sera gazı salınımlarını aza indirmek ve dünya sıcaklık değerinin 2 C°’de tutulması için çalışmalar yürütülse de dünya ısınmaya devam etmektedir. Sanayi kuruluşlarının kent yerleşiminde yayılış göstermesi, kent sıcaklığından kaynaklanan soğutma amaçlı kullanılan enerji kaynaklarından açığa çıkarttığı zehirli gaz miktarlarının atmosfere karışması, taşıt kullanımındaki artış gibi etmenler küresel ölçekte ısınmalara sebep olmaktadır. Bu durum neticesinde, iklim değişiminin tetiklenmesinden ötürü kentsel ısı adası oluşumunda kentleşmenin varlığı ve artışı büyük bir etmendir.

Karbon salınımı ve sera gazların oluşumunun çoğunluğu insan kaynaklı ortaya çıkmaktadır. Rize kent içinde, mesire alanları, mera ve yaylalara gidiş için yol çalışmalarında artış yaşandığı bilinmektedir. Bu çalışmalar ulaşım kaynaklı inşaat faaliyetlerinin artmasına, karbon tutumu için öncü olan bitkisel doğal varlıkların zarar görmesine ve korunma kapsamında olan yayla ve mesire alanların insan ve araç kullanımına açılması neden olmaktadır. Bu da karbon tutumu yapan bitki ve doğal peyzaj alanlarının kirleticilere maruz kalarak, sera gazı oluşturacak kirleticileri doğurmakta ve kentsel ısı adası etkisi oluşumuna etki göstermektedir.

#### **4.5. Sosyal Değişimlerine Dayalı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisinin Değerlendirilmesi**

##### **4.5.1. Termal Stres Etkisine Dayalı Değerlendirmeler**

Kentlerde hava ısıtıcı enerjinin artan yoğunluğu ve hissedilen sıcaklıklardaki yükselmeler termal tonfor alanlarının azalmasına sebep olmaktadır. Kentsel açık yeşil

alanların eksikliği ve sosyal faaliyetler için gereken serin hava sahalarının yetersizliği ve kullanım alanlarının eksikliği kent içi dolaşım sahasındaki yaşam kalitesini düşürmektedir. Kentleşmeyle birlikte oluşan tüm iklimsel değişimler, termal konforsuz yaşam alanlarının varlığını arttırmaktadır. Termal konforun olmadığı alanlar kent kullanıcısının vücut sıcaklığında meydana gelen artıştan kaynaklı; baş dönmesi, nefes almada güçlük, yorgunluk vb. olumsuz durumların ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Nem, sıcaklık, metabolik etmenler ve kullanılan kıyafetler de termal stresin oluşumuna etki etmektedir. Tüm bu değerler göz önüne alındığında kentsel ısı adası oluşumunun, termal konforun düşmesine sebep olması ile oluşan termal stres durumu, kentli için ciddi sağlık sorunlarının oluşmasına etki gösterebileceği öngörülmektedir.

#### **4.5.2. Sağlık Üzerinde Etkisine Dayalı Değerlendirmeler**

Kentsel ısı adası etkinin maruz kaldığı kentlerde termal konforun düşmesi, oluşabilecek sağlık problemlerin en temel seviyesi olan termal stres durumunu ortaya çıkarır. Güneş altında fazla kalınması ya da yüksek hava sıcaklığı şartlarında zaman geçirmek kent kullanıcılarına, önemli ölçüde de yaşlı, çocuk ve kronik hastalığı olan kişilerde ciddi sağlık sorunları oluşturmaktadır.

Ağgöl vd., (2021), kentsel ısı adası etkisinin varlığıyla hissedilirliği yüksek seviyelere çıkan sıcak hava dalgaları , zor şartlarda yaşayan, kişisel ve sağlık açısından bakımını sağlayamayan, yaşlı, çocuk ve de kronik hastalığı olan kişilerin bu ısı yükselmelerinden diğer insanlara göre daha hassas oldukları görülmektedir. Yüksek sıcaklıkların insan psikolojisi ve fizyolojik yapısında önemli derecede etkileri vardır. Kentsel ısı adası etkilerinin mikro iklimin değişmesi, yağış rejimini bozması, sel ve taşkınlar, su ve hava kalitesinin bozulmasına neden olmakta, kent içi sıcaklık seviyelerinin daha da yükseğe çıkmasına neden olmaktadır. Kentsel hava kirliliğinden kaynaklı her sene 1.2 milyon insan, üst solunum yolu ve kardiyovasküler hastalıklarını etkilenmesi sebebiyle hayatını kaybetmektedir. Bu durum zatürre, astım, akciğer rahatsızlıkları, diyabet gibi hastalıklara sahip olan kişilerde ciddi müdahale gerektiren durumların yaşanmasına sebebiyet vermektedir. Ayrıca uzun süre güneş altında kalmak ciddi güneş yanıklarına, gözde katarakt gelişimine, uzun dönemde erken yaşlanma ve deri kanseri gibi sorunların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Kentsel

ısı adası etkisi, küresel anlamda ekolojik ve ekonomik etkilerinin yanı sıra sağlık gibi gözardı edilemez önemlilikteki bir konu üzerinde de ne denli etkili olduğunu görülmektedir.

#### **4.6. Meteorolojik Verilere Dayalı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisinin Değerlendirilmesi**

##### **4.6.1. Sıcaklık Değişimine Dayalı Değerlendirmeler**

Meteorolojik verilerinden sıcaklık parametresi, kentsel iç termal durumun tespiti için önemli veriler sağlamaktadır. Kent içinde meydana gelen bu ısı artış ve azalışlar, hissedilen sıcak ve termal konforun etkilenmesinin getirdiği verisel farklılıkları, sıcaklık değerlerinin kentsel fonksiyonların oluşumu için önemini ortaya koymaktadır. Hava sıcaklıkları ısındıkça nem oranı da artmakta ve bu durum termal konfor açısından kentte yaşayanların hayat kalitesini düşürmektedir. Bu sıcaklık değişimi kentsel ısı adası etkisinin kent üzerinde etkisinin varlığının göstergesi kabul edilebilir. Ortalama sıcaklık değerlerin kış aylarında normalde fazla olması ve yaz aylarındaki gece ve gündüz sıcaklık farklarının yükselmelerinden kaynaklı kent içi ısı dolaşımının artması sebebiyle kentsel adası etkileri ile karşılaşılması normal bir hal almıştır.

Yıldırım, 2022 yılındaki çalışmasında, peyzaj planlama çalışmaları kapsamında, termal konfor değerleri göz önüne alınarak sıcaklık verileriyle alakalı kent içerisinde çalışmalar gerçekleştirilmelidir. Meteorolojik faktörlerde kısa vadeden ziyade uzun vadede oluşacak olan değişimler göz önüne alınarak çalışmalar yapılması gerektiğini savunmaktadır. Ortalama sıcaklık verilerinden elde edilerek yapılan analizler sonucunda, kent içi termal yaşanılabilirlik değerleri oluşturulması ve bu durumlar ile alakalı geliştirilmesi gereken yaklaşımların varlığını savunmaktadır.

Kentsel ısı adası etkisi oluşumunda önce mikro ölçekte sonrasında küresel anlamda etki eden iklimsel değişimler ve en önemlisi de sıcaklık artışları, yıllar boyu çoğarak gelmektedir. Küresel ısınma ve iklim değişikliğine uygun peyzaj ekolojik yaklaşımlar, kent içi kentsel ısı adası etkilerinin hissedilmesinde önemli değere sahiptir ve bu etkinin azaltmasına katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

#### **4.6.2. Nispi Nem Değişimine Dayalı Değerlendirmeler**

Küresel ölçekte oluşan, sıcaklık açısından 1 °C değerindeki her yükselmenin, hissedilen nem oranının %7 değerinde artmasına sebep olmaktadır. Bu durum yaz aylarında hissedilen sıcaklık değerlerinin olduğundan fazla seyretmesine sebebiyet verir. Termal konfor düşer ve kentte soğukma için harcanan enerji miktarı artar. Kullanılan enerji kaynakları (klima motoru gibi) dışarıya sıcak hava verir ve bu kent için sıcaklığın daha da fazla ısınmasına neden olur. Bu durum bir döngü halinde devam eder ve kent içi kentsel ısı adası etkinin oluşumunu tetikler. Kent merkezinde yaşamakta olan insan nüfusuna doğru orantılı şekilde artış gösterek olan enerji tüketimindeki çoğalmalar, daha fazla ısı atık sağlayacağından kentlerde daha çok ısınmasına neden olacaktır.

Yücekaya, 2022 yılındaki çalışmasında, sıcaklık haritaları ve bağıl neme dair oluşturulan haritalar arasında ters bir orantı vardır. Sıcaklık değerlerine bakıldığında, yaşanan yükselmeler bağıl nem oranında düşüş gerçekleştiği gösterirken, sıcaklık değerlerinin düşüş yaşadığı yerlerde bağıl nem oranında bir artış görülmektedir.

Sıcaklığın düşmesi nem değerini doğru oranda düşüreceği için, bağıl nemde de bu farklılığın görülmesi normaldir. Özellikle yaz aylarında nem oranı arttıkça hissedilen sıcaklık değeri de artmaktadır. Kentsel ısı adası çerçevesinden bakıldığında, hava sıcaklıklarındaki düzensiz artışlar, kentteki buharlaşmaların artmasına, bu buharlaşmalar da havadaki su tutma yoğunluğunun yükselmesine neden olmaktadır. Oluşan bu nemli hava hissedilen sıcaklığı arttırırken, kent içi ısınmalarda da rol oynar.

#### **4.6.3. Yağış Değişime Dayalı Değerlendirmeler**

Mart-Nisan-Mayıs gibi ilkbahar dönemlerin yaşanan yağış rejimindeki değişimler bitkilerin vejetasyon sürelerinde farklılaşmaya sebep olmaktadır. Bu dönemde sıcak ve soğuğa dayanıklı bitkilerde yaşanan kuruma, don ve yanma olayları bitki popülasyonlarını olumsuz etkilemektedir. Çetinkaya Çiftçioğlu ve Alvan Bozdereli, (2020), iklimsel değişimlerin potansiyel etkilerinden olan yağış parametrisi, değişen rejim yapısı ve miktarı, tarımsal düzeyde ekosistem içerisinde, başta küçük ölçekte sonra büyük ölçekte zarar vermektedir. Ayrıca yağış rejiminin bozulumu ile taşkın ve sel gibi doğal afetler sonucu toprak türlerinin ve yapısının bozulmasına ve özellikle sel, toprak erozyonu vb doğal olayların artması sonucunda toprak kaybına yol açmaktadır.

Kent ekosisteminde, yağmur miktarındaki artış, aşırı yağıştan kaynaklı verimli toprakların doğal afetler sonucu kaybedilmesi ya da toprağın yararlı maddelerinin aşırı yağıştan ötürü yıkanarak verimini kaybetmesi, yüksek sıcaklıklar sonrası yoğun nem ve aşırı yağış olaylarının yaşanması vb. birçok etmen kent ve peyzaj ekolojisi açısından olumsuz değerler olarak nitelendirilmektedir. Kentsel ısı adası oluşumunda iklimsel verilerdeki bu dengesizlikler, ısı adalarının oluşumu ve etkisinin artmasıyla sosyal, ekonomik ve ekolojik götürülerin çoğalmasına sebep olmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Rize iklimsel verilerinden elde edilen bulgular sonucunda, son 10 yıllık sıcaklık değerlerinde her yıl yaklaşık 1 °C değerinde artış ve azalmalar görülmektedir. Nispi nem çalışmaları incelendiğinde, ortaya çıkan sonuçlar gösteriyor ki, 2012 yılı nem değerleri belirli ortalamalara sahipken, 2022 yılında hissedilen nispi nem değerler yüksek artışlara uğramıştır. Bu durum kent içi termal konforu etkileyen etmenlerden biridir. Bununla birlikte yağış miktarı verilerinin 2012 senesine ait, en çok yağış alan Mayıs ayı 256.4 mm değerindeyken, 2022 yılının Eylül ayı 406.8 mm’lik toplam yağış miktarına sahiptir. 10 yıllık periyotta yağış rejiminin 2 katına çıktığını gözlemlenmektedir. Bu da buharlaşmanın arttığını, taşkın ve sel gibi doğal afetlerin tetiklenebileceğini göstermektedir.

#### **4.7. Topografik Özelliklere Dayalı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisinin Değerlendirilmesi**

##### **4.7.1. Eğime Dayalı Değerlendirmeler**

Rize ili için oluşturulan eğim haritaları dikkate alındığında, yükselti farkıyla birlikte eğim değerinin de arttığı görülmektedir. CBS tabanlı elde edilen eğim verilerine göre çalışma alanı genel olarak %0-25.6’lık eğim değerine sahiptir. Çalışma alanının güney batı bakışında yer alması, güneşten gelen ışınların odağı olacağını gösterirken, kent parkının çok yüksek eğimlere sahip olamaması, eğim açısından ısınmaların bu çalışma alanında çok fazla etkin bir role sahip olmadığını göstermektedir.

##### **4.7.2. Yükselti Değişimine Dayalı Değerlendirmeler**

Yükseltinin artmasıyla birlikte güneş ışınlarına olan yakınlıkta artış yaşanmaktadır. Özellikle güney ve güney batı bakışının yükselti farkının da yüksek

olduğu alanlarına denk gelen alanların ısınma dereceleri daha fazla yaşanmaktadır.

Meteoroloji Genel Müdürlüğü (2023) kapsamında elde edilen bilgilere göre, mevcut durum değerlendirmesinde bir farklılaşma gözlemlenmediği sürece, yükselti farkı arttıkça sıcaklık değeri azalır. Bu durum buharlaşmanın da azalacağını gösterir. Ancak yükselti ile hava basıncı azaldığı için, basınçtan kaynaklı buharlaşmada bir miktar artış yaşanabileceği söylenmektedir.

Çalışma alanına bakıldığında elede dilen CBS tabanlı haritadan çalışma alanının 0-621m'lik yükselti ortalamasına ait bir konumda yer aldığı görülmektedir. Çorbacı vd., (2022)'de yayınladıkları yazılarında Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Park'ının 100 m rakıma sahip olduğu belirtmişlerdir. Çalışma alanı çok yüksek bir konumda olmasada, 100 m'lik bir yükselti farkının deniz seviyesi sıcaklık ve buharlaşma değerinden daha az olacağını çıkarımını ortaya koymaktadır.

#### **4.7.3. Bakı Değişime Dayalı Değerlendirmeler**

Bakı, güneşten gelen ışınların Batı ve Güney yamaçlarına dik şekilde vurmasıyla ısınmalara yol açmaktadır. Bu yamaçlardaki su miktarının da buharlaşmasında artışların olacağını göstergesidir. Bu bilgiye ek olarak, eğim de arttıkça güneşten gelen ışıkların dik açı ile alana vurması artar ve bu durum ısınmalara ve aynı zamanda buharlaşmada da artışın yaşanmasına yol açmaktadır.

Rize iline ait bakı değerleri incelendiğinde, kentin eğimli ve güneşi dik açıyla alan tüm yamaçlarının büyük çoğunlunun güney batı bakısında olduğu görülmektedir. Çalışma alanı ile kıyaslandığında parkın sınırları içersinde bulunan alanların çoğunun güney batı bakısında sahip olduğu görülmektedir.

Bu tespide bakarak çalışma alanı olan Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı için hazırlanan CBS tabanlı bakı haritası incelendiğinde, kentin en uzun süre güneş ışınlarını dik açıyla alan güney batı bakısında yer aldığı sonucuna ulaşılmaktadır. Günlük en uzun güneşlenmeye sahip olmak, kent içi ısı miktarını arttırabileceğinden ısınmaların daha kolay yaşanmasını sağlamaktadır. Bu da ısı adası etkisi için bir etmen olarak görülebilmektedir.

Yılmaz ve Özcanlı (2021)'de yaptıkları çalışmada, kentsel alanlar çevre alanlara göre gece vakitleri daha geç soğumaktadır. Bu durum kentsel ısı adası özelliklerini göstermektedir. Bu durumun oluşumunda bakı etkisi önemli ölçüye

sahiptir. Çalışma alanının batı bakışında yer alması, uzun süreli güneşlenmeye maruz kalmasına ve gün batımından hemen sonrasında da devam eden sıcaklık varlığından etkilendikleri verisine ulaşılmıştır.

#### **4.8. Arazi Değişimlerine Dayalı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisinin Değerlendirilmesi**

##### **4.8.1. NDVI İndeksine Dayalı Değerlendirmeler**

NDVI değerleri +1 ile -1 arasında değişir. Pozitif değerler bitki olan alanları gösterirken, negatif değerler su, kar, çıplak arazi, bulut vb. gibi bitki dışındaki alanları göstermektedir. Çıkan sonuç +1'e ne kadar yakınsa alandaki bitki yoğunluğu o kadar fazla olduğu yorumu yapılır (Yuan ve Bauer, 2007; Özdoğan, 2015). Yüksek NDBI değerleri yoğun yapılaşma ve yerleşim bölgelerini temsil ederken, düşük olan NDBI değerleri ise bitki örtüsünün mevcut olduğu bölgeleri temsil etmektedir (Gadekar, vd., 2023; Hamed Fahmy, vd., 2023; Mishra ve Garg, 2023).

Çalışma alanı için oluşturulan Vejetasyon İndeksi (NDVI) haritası değerlendirildiğinde, kent parkı 'Yeşil alanlar' vejetasyonu içerisinde yer almaktadır. Bu durum kent parkının ekolojik açıdan katkı sağlayacak sağlıklı ve yoğun bitki örtüsünün varlığının bir göstergesidir. Aslında ağaçların albedo değerleri düşüktür, yani kuru renkli oldukları için güneşten gelen ışığı yansıtıcılıkları çok yüksek değildir. Ancak ağaçların karbon emisyonu özelliğinin var olması, hava kirliliğini temizleyici özellikte olması, gölge metaryali olarak serin alanlar oluşturması, psikolojik açıdan insanlara iyi gelmesi, havadaki nemi dengelemesi vb. ekolojik ve sosyolojik birçok katkısı bulunmasından dolayı kent peyzajı ve kentsel ısı adası oluşumunun önüne geçilebilmesinde önemli bir etmendir. Rize Botanik Park'ına baktığımız zaman 'Yeşil Alanlar' vejetasyonu ile kente tüm bu katkıları sağladığı düşünülmektedir.

##### **4.8.2. NDBI (Built-up Index) İndeksine Dayalı Değerlendirmeler**

Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Park'ı için hazırlanan CBS tabanlı açık alan indeks (NDBI) haritası değerlerine bakıldığında, aslında çalışma alanı NDVI değerleri kapsamında 'Yeşil Alanlar' olarak görünürken, zemin yapısından kaynaklı NDBI değerleri -0.15\_0.06 değerleri arasında yer olduğu tespit edilmiştir. Bu durum kent

parkının zemin malzemelesi açısından farklılık gösterdiğini ortaya koymaktadır. Albedo değeri düşük olan beton yüzeyler, kentsel ısı adası etkisi oluşumunda önemli etmenlerden biridir. Bu durum da arazi yüzey sıcaklıklarında yükselmelere yol açabilir. Arazi yüzey sıcaklıkları da kentsel ısı adası etkisi oluşumun önemli sebeplerinden biridir.

#### **4.8.3. Arazi Örtüsüne Dayalı Değerlendirmeler**

Park genelinde bitki topluluklarına bakıldığında zaman geniş ve ibreli bitkiler olmak üzere toplam 125 farklı taksona sahip olduğu saptanmıştır. Yapılan araştırmada karbon tutma miktarına bakılarak kent parkı içerisinde yer alan *Cedrus deodora* (Roxb.) G. Don, ibreli ağacın 952820,60 gr ve %30,62 oranında, geniş yaprak olarak *Olea europaea* L. ağacının da 460592,94 gr ve %14,87 karbon tutma kapasitesine sahip olduğu görülmektedir (Kara Öztekin, 2023). Bitki varlığı açısından geniş yelpazeye sahip olan Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Park'ı, Rize iline ait diğer kent parklarına göre daha geniş bir alana sahiptir.

CBS tabanlı oluşturulan arazi örtüsü haritası incelendiğinde, çalışma alanı ve yakın çevresi 'Yapılaşma Alanı' olarak tanımlanan sınıflandırmada yer almaktadır. Kullanım olarak kent merkezleri, yapılaşma alanları ve materyal açısından geçirimsiz yüzeylerin varlığını ifade etmektedir. Park içerisindeki yapısal alanlar ve sert zemin yüzey malzemeleri vb. arazi örtüsünün varlığı, harita sonucunda çalışma alanının yapılaşma alanları olarak tanımlanmasına sebep olmuştur.

#### **4.8.4. Arazi Yüzey Sıcaklık Değişimine Dayalı Değerlendirmeler**

Albedo değerleri en açık renkli (beyaz) yüzey malzemelerinden başlayarak en koyu renkli malzemelere doğru sınıflandırılabilir. Bitkiler konumlandıkları alanlara göre güneşten gelen ışınları engelleyerek ısı geçişini en aza indirir. Ancak bitkisel alanların albedo değerleri de koyu renk olmalarından dolayı çok yüksek değildir, konumları, yaşları ve türleri doğrultusunda albedo değerlerinde yükselmeler meydana gelmektedir. Ağaçlar yapıları gereği havayı buharlaşma yoluyla soğuturlar. Yaprakları ve kökleri sayesinde kullanıcıları için gölgeleme, yağmur suyu tutumu ve rüzgar sirkülasyonu ya da rüzgâr perdesi görevi görerek termal konforun dengelenmesine fayda sağlamaktadır. Doğru ve ekolojik açıdan tüm yönleriyle

nitelikli bir tasarım oluşturulduğunda, tasarlanan açık yeşil ve peyzaj alanların kent iklimine katkısı ortaya çıkmaktadır. Genel olarak değerlendirildiğinde, açık renkli ve gözenekli yapıya sahip materyallerin zemin ve cephe kaplaması olarak kullanılması kent içi yansıtılabilirliği arttırmaktadır. Ayrıca bitkisel alanların güneş ışınlarını yansıtma albedo değerleri, sert ve geçirimsiz koyu renkli yüzey malzemelerine göre daha yüksektir.

Çalışma alanı yüzey sıcaklığı değerlendirmesinde, Rize Botanik Parkı 40.46-42.15 °C yer yüzey sıcaklık değeriyle yüksek bir arazi ısısına sahip olduğu görülmektedir. Bunu temel nedeni albedo değerinden kaynaklanmaktadır. Çalışma alanı içerisinde bulunan ağaçlık alanlar 0.15-0.18, su ögesi 0.10, beton yüzeyler 0.10-0.35 ve kırmızı kiremit çatı malzemeleri 0.10-0.13 albedo değerine sahiptir. Bu da arazi yüzey sıcaklık değerlerinin CBS tabanlı hazırlanan haritasında yüksek değerlerde çıkmasına sebep olmaktadır. Bu yüzeysel ısınmalar da kentsel ısı adası etkisinin oluşuna en önemli etmenlerden biridir. Aslında bitki popülasyonu açısından da zengin olan park alanı içerisindeki bu yüzey sıcaklığının varlığı, Rize içi kentsel ısı adası oluşumunun varlığına işaret etmektedir.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Genel anlamda ısı adası etkisinin belirlenmesi ve değerlendirmesi süreci, coğrafya ile karşılıklı etkileşim içerisinde mevcut olan, ölçülen, hesaplanan, modellenen ya da analiz ile elde edilen birçok bileşen ve parametre ile bütünleşik olarak ele alınması gerekmektedir. Spesifik düzeyde ısı adası etkisi, yeryüzü üzerinde ve altında sulak alan ve karasal alanlar üzerinde olmak kaydıyla, coğrafi (doğal) ve insan kaynaklı (yapay) bileşenler/etkenler olmak üzere iki alt başlıkta sınıflandırılabilir. Coğrafi etkenlerin ve bileşenlerin başında, (i) farklı mevsimsel döngüler, (ii) meteorolojik parametreler (sıcaklık, rüzgar, nem vb), (iii) atmosferik koşullar (kirlilik), (iv) iklimsel etkenler (iklim değişikliği, küresel ısınma vb) ve (v) topografik özellikler (yüksekti, eğim, bakı vb) gelmektedir. Bununla birlikte sulak alanlar (okyanus, deniz, göl, baraj, akarsu, doğal su kaynakları vb) ve karasal alanlar (kentsel alanlar, kırsal alanlar, buzul alanlar, yaylalar, meralar, yeşil alanlar, ormanlar vb) üzerinde insan kaynaklı oluşan zamansal ve konumsal/mekansal değişimler de ısı adası etkisini oluşturmaktadır. Günümüzde bir taraftan ısı adası yoğunluğunun kentler üzerindeki etkisinin belirlenmesinde coğrafi modellemeler kapsamında bilimsel yaklaşımlar ve yöntemler üzerinde çalışmalar devam ederken öte yandan ısı adası etkisinin azaltılması amacıyla interdisipliner yaklaşımlar eşliğinde alınabilecek önlemlere dönük bilimsel çalışmalar da aynı oranda hız kazanmıştır. Ayrıca bahsedilen çalışmalara ek olarak, kentsel ısı adası etkisinin, toplumsal düzeyde yaş gruplarına dayalı bölgesel sağlık risk analizleri, sosyo-ekonomik ve teknik gereksinimler, çevresel düzeyde ekolojik alanların varlığı, canlı/cansız ekosistemler üzerindeki etkilerinin belirlenmesi, değerlendirilmesi ve azaltıcı/önleyici yaklaşımların oluşturulması da önemli bir süreç olarak ele alınmaktadır. Isı adası etkisinin azaltılmasında etkin stratejiler arasında; kentsel açık yeşil alanların çoğaltılması, kent park alanlarında yeşil alanların çoğaltılması, soğuk ada etkisini artırıcı planlamaların ve tasarımların geliştirilmesi ve uygulanması, yeşil yapılaşma eğilimi ile birlikte yeşil çatı uygulamalarının yaygınlaştırılması ve buharlaştırma tekniklerinin geliştirilmesi vb şeklinde sıralanabilmektedir. Bununla birlikte kentlerin morfolojik yapısı, kentlerin zamansal ve konumsal değişim analizi, kentsel yapılaşma alan yoğunluğu, kentsel yeşil alan planlanması ve korunması, yeşil alan deformasyonları, arazi dönüşümleri,

termal konfor düzeyi, termal stres indeksi vb olgular kentsel planlama düzeyinde ele alınması gereken öncül bileşenler arasında yer almaktadır.

Hızla değişen ve gelişen dünya yaşam döngüsü içerisinde, insanların arazi ile etkileşimi de hemen hemen aynı oranda değişmekte ve gelişmektedir. Özellikle insanların barınma, beslenme vb bir takım temel ihtiyaç ve isteklerinin karşılanmasına yönelik en önemli gereksinimlerin arasında arazi kullanımı yer almaktadır. Bu bağlamda gerek kırsal arazi gerekse kentsel arazi kullanımı ihtiyacının büyük oranda artması, arazi üzerinde insan kaynaklı yoğun bir etkileşim döngüsünün ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Özellikle kentlerde, planlama alanında yetersiz ve hızlı kentleşme eğilimi, doğal peyzaj alanları ve kent içi açık yeşil alanlar gibi geçirimli yüzey oranlarının oldukça azalmasına neden olmaktadır. Dünya genelinde kentlerdeki insan nüfusundaki artış, küresel anlamda iklim değişikliğine neden olan, yeşil alanların kontrolsüz kullanımı, dikeyde ve yatayda geçirimsiz ve koyu renkli yüzeylerdeki artış, kent peyzajındaki ekolojik bozulmalar ve enerji tüketimindeki yoğunlaşma gibi etkilerin ortaya çıkmasında öncül bileşenler arasında yer almaktadır. Ayrıca bu artış kent iklimini mikro ve makro oranda etkilemekte ve termal konforun olması gerekenden alt seviyelere düşmesine neden olmaktadır. Tüm bu etkiler kent iklimi üzerinde olumsuz değişikliklere neden olurken kentsel araziler üzerinde “Kentsel Isı Adası” etkilerinin oluşmasını beraberinde getirmiştir. Yenilikçi bir ekolojik planlama yaklaşımı olarak görülen yeşil altyapı kavramı fiziksel, ekonomik ve ekolojik anlamda dirençli kent yapısının oluşturulabilmesinde bir gereksinim olarak görülmektedir. Kent içerisinde oluşturulmuş birçok yeşil alan planlamasının birbirinden bağımsız şekilde tasarlanması, ekolojik anlamda bağlantılarının gerçekleştirilmemiş olması, yeşil altyapı sisteminin iklim üzerindeki değişim değerlerinin azaltılması noktasında etkisini düşürmektedir. Bu da beraberinde iklim değişikliği, şiddetli sıcaklık ve yağış, kentsel ısı adası etkisi, termal stresin artması vb. birçok senaryoyu ortaya çıkarmaktadır.

Literatürde kentleşmenin yoğun olduğu birçok alan için kentsel ısı adası tespiti yapıldığı görülmektedir. Ancak Rize gibi aslında ekolojik açıdan çok zengin bitkisel kültüre sahip bu alanların bile duyarsız şekilde kullanılması, tahrip edilmesi, yoğun kentleşme, kent ile kırsalın olması gerektiği gibi bir etkileşimde olmaması,

sürdürülebilirliğinin korunmaması ve gelecek nesle aktarılabilecek bir kültürel mirasın ortada kalmayacağını gözler önüne sermek amacıyla, Rize kentinde de iklim sıkıntısının ne kadar üst seviyede olabileceği anlaşılmaktadır.

İklimsel ve morfolojik değişimlerin kent üzerindeki olumsuz etkilerinin belirlenmesi amacıyla Rize kentinin ve çalışma alanı olan Ziraat Çay Bahçesi'nin geçmiş ile şuanaki hallerinin karşılaştırmasının yapılabilmesi için CBS tabanlı çalışma ile kıyas haritaları oluşturulmuştur. Bu sayede kentin birçok yönden değişimi tespit edilmiş, kentsel açık yeşil alanlarının varlığının kent içindeki son durumu ortaya konulmuştur.

Kentsel ısı adasına etki edecek faktörlerin varlığı, yeşil alanlardaki değişimler ve mikro-makro orandaki iklimsel farklılaşmaların varlığının tespiti ve kentsel ısı adası etkisinin oluşumunu engellemek amacıyla yapılması gerekenlerin tespiti, literatür desteği ve seçilen yöntemlerin ortaya koyduğu sonuçların kıyaslanması ile bilimsel anlamda hem kentsel ısı adası etkisi açısından hem de Rize kenti için önemli gelişmeleri beraberinde getireceği düşünülen bir çalışma olması hedeflenmiştir. Bu doğrultuda çalışma alanı için tespit edilen bulgular ışığında kent ve kentli için önerilerde bulunulmuştur.

Elde edilen bulgular ve tartışma sonucunda çıkarılan sonuçlara dayalı olmak kaydıyla, Rize ili son 10 yıllık iklim değişimine göz önüne alındığında sıcaklık, yağış ve nem oranların yükselmeler yaşamıştır. Ayrıca yüzey sıcaklık değerleri kent genelince normal seyrederken, çalışma alanı ve çevresindeki yapılaşma alanlarında yüksek seviyelerde sıcaklık değerlerine sahip olduğu saptanmıştır. Bu durum kentin yapılaşma alanları ve içerisinde peyzaj öğeleri bulundurduğu halde kent parkı alan ve çevrelerinde de ısınmaların yaşanabileceği göstermektedir. Özellikle bu değerlerin kent kullanıcısı için hissedilebilir olduğu alanlar il ve ilçe merkezleri olacağı görülmektedir. Rize iline bakıldığında, kent yaşamından kırsal yoğunluğuna kesin dönüş yapan bireylerin varlığı ve yaz mevsiminde kenti ziyarete gelen yerli ve yabancı turistlerin artması barınma, ulaşım, enerji ve sosyal aktivite anlamında bir tüketim zinciri oluşturmakta, ayrıca çevresel atıkların da artmasına sebebiyet vermektedir.

Çalışma içerisinde edinilen bilgiler ışığında, kentsel ısı adası etkisinin oluşumunda başlıca sebeplerin antropojenik etmenlerden kaynaklandığı görülmektedir. Kentleşme faktörü, kent ve kırsaldaki yoğun nüfussallaşma, ısınma ve

soğutma için harcanan enerji, yatayda ve dikeyde oluşan yapılaşma, karbon ve sera gazı emisyonları artması gibi birçok etmen kentsel ısı adası oluşumunda önem taşımaktadır.

Her ne kadar günümüzde küresel ısınma, iklim değişikliği ve kentsel ısı adası etkisi konusu popüler olsa da, yapılan çalışmalara bakıldığında Rize iline ilişkin bir çalışmaya denk gelinmemiştir. Bu çalışmanın öncelikle Rize ili için, sonra literatüre önemli ölçüde katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Kentsel ısı adası etkisi oluşumları önce literatür destekli sunulmuş, sonra çalışma alanı ile ilgili bulgular ve tartışma hazırlanmıştır. Kentsel ısı adası etkisinin azaltılması/önüne geçilmesi için yapılabilecekler sıralanmıştır.

Kentsel ısı adası etkisinin oluşumunu önlemek veya oluşmasının önüne geçebilmek için ekosisteme uyumlu çözümler sunulmalıdır. Kentsel planlama alanında, kent plancılar, peyzaj mimarları, ekologlar, iklim bilimciler vb. meslek disiplinlerinin ortak çalışmasıyla planlanacak olan kentler, yeşil alan politikalarına uygun, çevre ve şehircilik alanında ekolojiyle uyumlu şekilde tasarlanmalıdır. İklimsel değişimler göz önüne alınarak yapılması gerekenlerin iklim politikaları ve küresel ısınma açısından değerlendirilerek ortaya konulması gerekmektedir.

Kent içi açık ve yeşil alanları oluşturan kent parklarının yerleşim alanları planlanırken, arazinin bakı değeri göz önüne alınmalıdır. Çünkü ülkemizde güney bakısında olan yerler diğer alanlara göre güneş ışınlarına daha çok ve uzun maruz kalmaktadır. Bu da park alanlarında yeşil alanların her ne kadar fazla kullanılırsa kullanılsın, güneşin yakıcı ışınlarına karşı hep de javantaj içinde olacağı öngörülmektedir.

Termal konforun iyileştirilmesi kent yaşamı için önemli bir faktördür. Özellikle yaz aylarında artan sıcaklık miktarları, nem değerlerinin de yükselmesiyle termal açıdan zorlayıcı olmaktadır. Bu açıdan bakıldığında termal konforu standart seviyelere indirmek amacıyla, bitkisel ve yeşil alan örtüsünün kent içerisindeki yeri arttırılmalıdır. Çalı formu ve yer örtücü bitkilere nazaran geniş yapraklı ağaçların tercih edilmesi termal konforun düşürülmesini sağlayacaktır. Kent park alanlarında kullanılan sert zemin, örtü sistemi ve donatıların gelen ısıyı hapsetmeyip yansıtan, albedo değeri yüksek materyallerden seçilmesi gerekmektedir.

Kentler tasarlanırken, kent geometrisinin nefes alan şehirler ideolojisinde olması, yaşanabilecek tüm iklimsel krizlerin ve ekolojik sorunların oluşmasına engel olabilecektir. Dikeyde yüksek katlı ve yapışık nizam binaların tercih edilmesi, kent içinden kirli havanın çıkıp, temiz havanın girişi engellenmektedir. Yatayda yayılım gösteren yapılaşmalarda ise, bitki kompozisyonlarıyla, açık yeşil alanların bir arada kullanılması kentlerde nefes alan koridorların oluşmasını sağlayacaktır. Ayrıca cephe kaplamaları ve yer döşemeleri, yüzey ısınmalarının azaltılması öngörüsü içerisinde albedo değerleri yüksek, açık renkli ve geçirimli materyallerden seçilmelidir. Bu sayede tümü ile duruma bakıldığında, kent planlaması açısından ekolojik kaygılar ile tasarlanmış sokak, cadde, parsel, belde, ilçe ve kentler ortaya çıkarak, mikro düzeyde sıcaklık değerlerinin kent içi yükselmelerinin önüne geçmesine olanak sağlayacağı düşünülmektedir. İlçe ve kent belediyelerinin, imar planları kapsamında çalışmalar yürütürken, mikro ve makro ölçekte tüm detayların düşünülerek planlamalar yapması ve uygulayıcıların bu sistemlere bağlı kalması zorunlu hale getirilmelidir.

Sürdürülebilir bir çevre için, tasarlanan tüm faktörlerin yine aynı ilkede sürdürülebilir şekilde tasarlanması ve uygulamaya yönelik yaklaşımlar sergilenmesi gerekmektedir. Kentsel ısı adası, iklim krizleri ve küresel ısınma gibi iklim ve sıcaklık odaklı problemlerin çözümü için, Türkiye’de yeni yeni önemi anlaşılmaya başlayan yeşil altyapı kavramı kentsel tasarımlar yapılırken referans alınmalıdır. Yeşil altyapı kavramı, tüm kent sistemini kendi içerisinde tasarlandığı ve her ayrı sistemin diğer sistemlerle sağlıklı ve sürdürülebilir yaklaşımlarla ve ekolojik değerler göz önüne alınarak planlandığı bir yeşil alan sistemidir. Kentsel planlama süreçlerinin başından sonuna, üst ölçekten alt ölçeğe kadar tüm katmanlarının ekolojik değerler göz önüne alınarak planlanması; ekolojik, ekonomik ve sosyal açıdan kente hizmet etmelidir. Kentler planlanırken, yönetmeliklerin bu parametreleri göz önüne alarak yaklaşmalı, imar planlamaları uzmanlar tarafından oluşturulurken yeşil altyapı bileşenleri göz önüne alınarak değerlendirilmeli, hatta bu yönetmeliklerin zorunlu hale getirilmesi gerekmektedir. Kentsel planlama adı altında tasarlanan kentlerde; yeşil koridor, yeşil yol ve yeşil kuşak kavramlarından yararlanılmaktadır. Yeşil altyapı bu sistemlerin tümüdür ve kentsel planlamalarda zorunlu hale getirilmelidir. Kentsel alanlar genel hatlarıyla geniş ve geçirimsiz yapılara sahip alanlar oldukları için ısıyı tutma, yayma, çevre ve hava kirliliği vb. olumsuz durum ve olaylara yol açmaktadır. Kentlerde

meydana gelen aşırı ısınmalar, aşırı buharlama ve neme sebep olmakta ve bu durum yağış rejimini olumsuz yönde etkileyerek kentlerde sel ve taşkın gibi doğa olaylarının gerçekleşmesine neden olmaktadır. Tüm bu sistemlerin düzgün çalışması ve kentin ekolojik açıdan değer kaybetmeden ve ekonomik açıdan kayıp yaşamadan doğru ve sürdürülebilir kentsel tasarımı ilkelerine uygun tasarlanmalıdır. Mavi- Yeşil altyapı kavramı ile tüm bu doğal afet ve türevleri kent ve kentli için olumsuz durumların önüne geçebilecek gerçek bir kurtarıcı olacağı öngörülmektedir. Mavi-Yeşil altyapı kapsamında kent biyoçeşitliliğini destekleyecek, özellikle Rize gibi çok fazla yağış alan bölgelerde sel ve taşkınları önlemede yağmur hendekleri oluşturulması gibi ekolojik açıdan önemli bir sistem planlaması kentin büyük ölçüde yararına olacaktır. Aslında mavi-yeşil altyapı kavramı kentsel ısı adası etkilerinin kent üzerindeki etkisini kırmayı amaçlayacak, kentsel soğuk adaların oluşturulması durumudur. Ayrıca yağış rejiminde meydana gelen bu düzensizliklerin son zamanda sıkça sel ve taşkın felaketlerine yol açması, akarsu ve nehir yataklarının imar düzenlemesi kapsamında yapılaşmaya kapatılmasının ve engellenmesinin gerektiği savunulmaktadır.

Küresel iklim krizinin neden olduğu sorunların önüne geçebilmek, etkisini azaltmak, ortadan kaldırmak ve gelecek adına olası durumların etkisini minimuma indirmek amacıyla, kentlerde sürdürülebilirlik ilkesini savunan akıllı kent sistemleri tüm bu olumsuz iklim koşulları için çözüm odaklı olduğu öngörülmektedir. Yenilikçi, teknolojik, yaşam kalitesini arttırmaya yönelik çalışan, gelecek nesiller için öngörülebilir düzene sahip, belediye gibi kamu kuruluşlarının da sorunların çözümünde hayatı kolaylaştıracak bir yaklaşım olarak, kentlerin gelişimi için önerilmektedir. Coğrafi bilgi sistemleri veri tabanlı çalışmaların yürütülebileceği; içerisinde, atık toplama üniteleri, temiz enerji kaynaklarından üretilen aydınlatmalar, acil durum ve afet yönetimi için destek uygulamaları, elektrik, su ve enerji tasarrufu yapan park, bina ve kentler, toplu taşıma araçlarına ulaşım ağ sistemi, park içi internet erişimi vb. hayat kolaylaştırıcı sistemlerin birleşiminden oluşan akıllı kentler, yeşil alt yapı kavramına entegre edildiğinde kent ve ülke geleceği için ekolojik, ekonomik, sosyolojik ve stratejik bir çok gelişmenin içinde bulunduğu kentsel peyzaj alanları kurgulanmış olacaktır.

Peyzaj Mimarlığı disiplini çerçevesinden bakıldığı zaman, değişen iklim koşulları ve artan yüksek sıcaklıklardan kentleri korumak ve bu değerleri aşağılara indirmek için en önemli uygulamalar arasında bitkilendirilmiş kentsel açık yeşil alanlar olduğunu söylemek mümkündür. Kent içerisine sadece yerleşim, ulaşım, ticaret vb. etkileşim alanlarının bulunmaması gerektiği, yeşil tampon alanların kent içerisinde konumlandırılarak, ekolojik, ekonomik ve sosyal açıdan fayda sağlamasının kent ve kentli için ne kadar çok önem arz ettiği anlaşılmaktadır. Bu alanlar planlanırken, yeşil altyapı kavramını sıkça kullanmak gerektiği, sağlayacağı faydalara bakıldığında bu kavramın yeterli düzeyde önem teşkil ettiği anlaşılmıştır. Bu bağlamda Peyzaj Mimarlığı ve disiplinleri açısından kentsel ısı adası oluşumuna etkisinde tüm bunlar gözlemlendiğinde; oluşturulması gereken tasarım projelerinin, sürdürülebilir kalkınma düzeyinde olmaları, doğal dengenin korunmasını amaçlayan ve enerji tüketimini minimum seviyelere indirgeyerek açığa çıkan enerjiyi dengeleyebilecek alanların oluşturulmasının amaçlanması gerektiği gözlemlenmektedir. Gelişim açısından yapılması gerekenlerin, iklim değişikliğine uyumlu şekilde düzenlenmesi gerektiği, eğitim, farkındalık programları, yerel yönetim politikaları ve planlama-tasarım ilkelerinin peyzaj disiplinlerine uyumlu ve kentsel ısı adası etkisi oluşumunun önüne geçebilmede sorumluluğu olumlu yönde üstlenebileceği şekilde oluşturulmalıdır.

‘Kentsel Isı Adaları İle Kentsel Yeşil Alanlar Etkileşiminin Peyzaj Ekolojisi Açısından Değerlendirilmesi’ kapsamında çalışma alanına bakıldığında, Rize ili her ne kadar arazi örtüsünün çoğunluğu ormanlık ve bitki popülasyonları olsa da ilçe ve kent merkezlerine bakıldığında, yaşam konforunu düşüren termal ısının yüksekliği durumuyla karşılaşılmaktadır. Ormanlık ve bitkisel alanların tarım ve yerleşim alanlarına dönüştürülmesi, akarsu yataklarının imara açılması, ekolojik açıdan korunması gereken milli park ve mera alanlarının yerleşime ve yoğun kullanıma maruz kalması, çevresel ve hava kirliliği gibi birçok unsur Rize kentinin hem ekolojik hem ekonomik hem de sosyal bir sorunudur. Kent için iyileştirme, koruma ve sürdürülebilirlik kavramları göz önüne alınarak, peyzaj ve kent ekolojisine uygun kentsel planlamaların gerçekleştirilmesi ilgili kurumlar tarafından zorunlu hale getirilmelidir.

## KAYNAKLAR

- Adıgüzel F. vd., (2022). Kentsel alanda kullanılan zemin malzemelerinden kaynaklanan yüzey sıcaklığı artışının önlenmesinde ağaçların etkisinin belirlenmesi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Tarım Bilimleri Dergisi*, 27(1) : 18-26. doi:10.37908/mkutbd.1024883.
- Adıgüzel, G. ve Küçükerbaş, E.V., (2018). Kentsel yeşil alanların mikro-iklimsel etkilerinin İzmir-Bornova örneğinde araştırılması. *Ege Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 2018, 55 (3):225-263.
- Ağgöl, D. vd., (2021). Kentsel ısı adası etkisinin sağlık üzerine etkileri. *İzmir Demokrasi Üniversitesi Uluslararası Sağlık Bilimleri Kongresi 2021 (ICHES-IDU 2021) Tam Metin Bildiriler Kitabı*. 12-13 Kasım 2021.
- Ağıralan, E., (2022). Kentlilerin İklim Değişikliği Algısı: İstanbul Örneği, Doktora Tezi, Hacettepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 244.
- Akkurt, A., (2020). Arazi Örtüsü/Kullanım Değişimlerinin Yer Yüzey Sıcaklığına Olan Etkisinin Araştırılması (Eskişehir İli Örneği), Yüksek Lisans Tezi, Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Eskişehir, Türkiye, 175.
- Aksu, A. vd., (2020). Ağaçların bina ile olan mesafesinin dış mekan termal konfor üzerine etkisi: Erzurum kenti örneği, *Iğdır Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 10(2): 1298-1307, 2020.
- Aksu, G.A., (2021). Kentsel peyzajlarda yol kenarı yeşil alanların kent ekosistemi çerçevesinde değerlendirilmesi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (25), 736-748.
- Akyürek, Ö. (2020). Termal uzaktan algılama görüntüleri ile yüzey sıcaklıklarının belirlenmesi: Kocaeli örneği. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6(2): 377-390,doi: 10.21324/dacd.667594.
- Aliağaoğlu, A., Özkan, O., (2020). Antik Yunan kentlerinin (polis) kentsel ekoloji perspektifiyle değerlendirmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi* 25(43), 1-12.
- Arslan, F., (2020). Ekolojik Akıllı Kent Bağlamında Kentsel Dokuların Değerlendirilmesi: Antalya-Konyaaltı Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Antalya, Türkiye, 112.
- Ay, E.C., (2020). Kent Isı Adası Etkisinin Belirlenmesi ve Değerlendirilmesi: Van Kenti Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Van, Türkiye, 58.
- Aysu, A., ve Say, N. (2021). Peyzaj fonksiyonlarının analizi ve haritalanması; Adana örneği, *Artibilim: Adana Alparslan Türkeş Bilim ve Teknoloji Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 4(2), Aralık 2021, 12-23.

- Balcıoğlu, Y.E., (2021). Bodrum, Marmaris, Köyceğiz ve Muğla’da Sıcaklık Ve Yağış Değişkenlerinin Analizi ve Ekstrem Olaylar, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 173.
- Baş, E., ve Partigöç, N.S., (2022). İklim değişikliğine uyum sürecinde kent planlamanın rolü. *Dirençlilik Dergisi*, 6(1), 2022, (127-143), ISSN: 2602-4667, doi: 10.32569/resilience.1026712.
- Bezirkan, M. (2022). Trabzon Kenti’ndeki Farklı Rekreatif Alan Kullanımlarının Termal Konfor Açısından İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon, 187.
- Biney, J. K. M., Houška, J., Volánek, J., Abebrese, D. K., Cervenka, J. (2023). Examining the influence of bare soil UAV imagery combined with auxiliary datasets to estimate and map soil organic carbon distribution in an erosion-prone agricultural field. *Science of The Total Environment*, 870, 161973.
- Bostancı, N., (2021). Türkiye’nin Kent Merkezlerindeki Yeşil Alan Sorunu: İstanbul Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Sosyal Bilimleri Enstitüsü, Niğde, Türkiye, 109.
- Boz Demir, A.Ö., ve Cengiz, C. (2021). Ilıman-Nemli İklim Bölgelerinde Kentsel Alanlarda Biyoklimatik Konfor. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (32), 1134-1139.
- Cengiz, S. (2022). Kentsel ekolojik koridor modeli; Malatya örneği. *Artium*, 10(2), 101-111. doi: <https://doi.org/10.51664/artium.1147872>.
- Coşkun Hepcan, Ç., 2019. Kentlerde İklim Değişikliği İle Mücadele İçin Yeşil Altyapı Çözümleri, İklim Değişikliği Eğitim Modülleri Serisi 12, *İklim Değişikliği Alanında Ortak Çabaların Desteklenmesi Projesi (iklimİN)*, 2019, Ankara.
- Cüce, B. ve Ortaçeşme, V., (2020). Kentsel yeşil alanlara erişilebilirlik. *Peyzaj - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi*, 2/2, 65-77.
- Çağlak, S. vd., (2022). Kentlerin biyoklimatik şartlara etkisinin analizine dair bir yaklaşım: Erzurum örneği. *Kesit Akademi Dergisi*, 8 (31), 220-239.
- Çakmakçı, İ., (2020). Ortaöğretim Öğrencilerinin İklim ve Yer Şekillerinin Kültür Üzerindeki Etkilerine İlişkin Görüşlerinin İncelenmesi: Rize Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 107.
- Çalış, G., (2023). Albedo Değeri Yüksek Kentsel Isı Adası Etkisini Azaltıcı Silindirik Sıkıştırılmış Renkli Beton Geliştirilmesi ve Optimizasyonu, Doktora Tezi, Konya Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Konya, Türkiye, 115.
- Çamaş, N.Ç., ve Ekşioğlu Çetintahra, G., (2022). Kentsel mekan düzenlerinin pasif havalandırma ve güneşlenme kriterleri üzerinden sorgulanması. *Eksen Dokuz Eylül Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 3(2), 38-57.

- Çelik, B. (2019). Arazi Örtüsü Değişimlerinin Kentsel Isı Adalarına Olan Etkilerinin Zamansal ve Mekansal Olarak Araştırılması, Doktora Tezi, Geomatik Mühendisliği Anabilim Dalı, *İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*, Haziran, 2019, İstanbul.
- Çetinkaya Çiftçioğlu, G. ve Alvan Bozdereli, A., (2020). Küresel iklim değişikliği ve peyzaj mimarlığı meslek disiplini arasındaki ilişkilerin değerlendirilmesi. *Şehir ve Medeniyet Dergisi Journal of City and Civilization*. ISSN: 1308-8386.
- Çorbacı, Ö. L. vd., (2020). Kentsel rekreasyonel alanlardaki bitki varlığı; Rize örneği. *D.Ü Ormancılık Dergisi Cilt 16, Sayı 2, s. 16-44*.
- Demircan, N. vd., (2020). Mavi-yeşil altyapı kapsamında Erzurum kent merkezinin değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 22(2): 409-42.
- Demirkapı, M., (2022). Geleneksel Kentsel Dokulardaki Atıl Alanların Kamusal Mekana Dönüşüm Potansiyellerinin İncelenmesi: Bursa, Hisar Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Bursa Uludağ Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bursa, Türkiye, 196.
- Diren Üstün, D., vd., (2022). İstanbul'da şehir ısı adası ve kentsel gelişim senaryolarına bağlı değişimi. *Çevre, İklim ve Sürdürülebilirlik*, 23(1) 55–68.
- Duru, M. A. vd., (2022). Kent peyzajının yeşil altyapı yaklaşımı ile değerlendirilmesi: Çankaya / Ankara örneği. *Artvin Çoruh Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, ISSN:2146-1880, e-ISSN: 2146-698X Yıl: 2022, Cilt: 23, Sayı:1, Sayfa: 135-143.
- Duru, M. O., ve Koç, İ. (2022). İklim değişikliği bağlamında ısı adası etkisinin azaltılmasına yönelik sürdürülebilir soğutma yaklaşımı. *(Bio) Climate Change Symposium, 2022, Conference Proceedings*.
- Düzgüneş, E., ve Bezirkan, M. (2020). Kıyı alanlarındaki biyoklimatik koşulların rekreasyonel planlama açısından değerlendirilmesi. *ATA Planlama ve Tasarım Dergisi*, 4:1, 9-18.
- Erdem Okumuş, D. (2022). Kentsel Mikro İklimin İyileştirilmesine Yönelik Kent Dokularında Isı Adası Etki Değerlendirme ve Azaltım Stratejileri Geliştirme Modeli: İstanbul Örneği, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 331.
- Erkek, E. vd., (2020). Biyoklimatik konfor ve arazi kullanımı arasındaki ilişkinin CBS ve UA teknikleri kullanılarak incelenmesi: İzmir İli örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 017202, (174-188). doi: 10.35414/akufemubid.634985.
- Ersoy Tonyaloğlu, E. (2019). Kentleşmenin kentsel termal çevre üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi, Efeler ve İncirliova (Aydın) örneği. *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 2019, 2:1, 1-13.

- Gadekar, K., Pande, C. B., Rajesh, J., Gorantiwar, S. D., Atre, A. A. (2023). Estimation of Land Surface Temperature and Urban Heat Island by Using Google Earth Engine and Remote Sensing Data. In C. B. Pande, K. N. Moharir, S. K. Singh, Q. B. Pham & A. Elbeltagi (Eds.), *Climate Change Impacts on Natural Resources, Ecosystems and Agricultural Systems* (pp. 367-389). Cham: Springer International Publishing.
- Gao J, Han H, Ge S., 2023. Carbon-Saving Potential of Urban Parks in the Central Plains City: A High Spatial Resolution Study Using a Forest City, Shangqiu, China, as a Lens. *Land*; 12(7):1383. <https://doi.org/10.3390/land12071383>
- Google, Explore Google Earth, (2023). Rize İli Rize Botanik (Ziraat Çay Bahçesi) Parkı Uydu Görüntüsü 26 Temmuz 2023 tarihinde <https://earth.google.com/web/> sayfasından edinilmiştir.
- Görgülü, Ç., ve Görgülü, L. (2021). İklim değişikliğine eko-morfolojik yaklaşım: kentsel çeper kuşak alanları. *Journal of Environmental and Natural Studies*, Volume 3, Issue 1, Pages,72-99.
- Görmüş, S. vd., (2021). Kentsel ekosistemin dayanıklılık hedefini karşılamada ekolojik planlama yaklaşımları. *Peyzaj - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi* 3/2, 122-134.
- Görmüş, S. vd., (2018). Peyzaj metrikleri kullanarak peyzaj dinamiklerinin analizi: Malatya Kenti. *TUCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu International Geography Symposium on the 30th Anniversary of TUCAUM*, 3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara.
- Gül, A. vd., (2020). Kentsel açık ve yeşil alanların mevcut yasal durumu ve uygulamadaki sorunlar. *Kentleşme ve Ekonomi Özel Sayısı*, Cilt Volume 11, Yıl Year 2020-3, 1281-1312, doi:10.31198/idealkent.650461.s
- Güler, H. N. (2021). Sürdürülebilir Yerel Kalkınma ve Kentsel Ekoloji Tartışmaları Bağlamında Cittaslow Kentleri: İzmir- Seferihisar Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir, Türkiye, 163.
- Güneş, C. vd., (2021). Eskişehir kent merkezinde yer alan üniversite kampüslerindeki kentsel ısı adası etkilerinin Landsat-8 uydu görüntüleri üzerinden araştırılması. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, Sayı 4(1): 22-32 (2021).
- Güngör, Ş. vd., (2019). Biyoklimatik konfor alanlarının belirlenmesinin kentsel planlama çalışmaları ile kent oluşumlarına etkisi: Bursa ili örneği. B. Gonencgil, T. A. Ertek, I. Akova ve E. Elbasi (Ed.), *1st Istanbul International Geography Congress Proceedings Book* (s. 398-405).
- Hamed Fahmy, A., Amin Abdelfatah, M., El-Fiky, G. (2023). Investigating land use land cover changes and their effects on land surface temperature and urban heat islands in Sharqiyah Governorate, Egypt. *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science*, 26, 293-306.

- Işık C., (2021). Uzaktan algılama ve cbs ile kentsel ısı adası etkilerinin araştırılması ve sonuçların planlama yaklaşımında değerlendirilmesi. *International Geoinformatics Student Symposium (IGSS)*, 4-7.
- IPCC, 2013. Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group 1 to the 5th Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.
- IPCC, 2018. Global warming of 1.5°C. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty [V. Masson-Delmotte, P. Zhai, H. O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J. B. R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M. I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield (eds.)]. In Press.
- IPCC, 2022. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, 3056 pp., doi:10.1017/9781009325844.
- İzmir Büyükşehir Belediyesi (İBB) ve Peyzaj Araştırmaları Derneği (PAD), 2019. “Dirençli Kentler İçin Bir Çerçeve: Yeşil Odaklı Uyarılama (Green Re-vision: A Framework for the Resilient Cities)” projesi. (Avrupa Birliği ve Türkiye Cumhuriyeti tarafından finanse edilen, faydalanıcı kurumu Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve sözleşme makamı Merkezi Finans ve İhale Birimi olan “Türkiye’de İklim Değişikliği Alanında Kapasite Geliştirme Hibe Programı” kapsamında desteklenen TR2013/0327.05.01-02/099 sözleşme numarası ve 08/05/2017 tarih ve 97509404.301.05.435 sayılı Meclis kararı ile İzmir Büyükşehir Belediyesi Sağlıklı Kentler ve Temiz Enerji Şube Müdürlüğü ve Peyzaj Araştırmaları Derneği (PAD) tarafından yürütülmüştür).
- Kaçmaz, G., (2021). Uzaktan Algılama Ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Entegrasyonu İle Arazi Örtüsü Değişiminin Arazi Yüzey Sıcaklığına Etkisinin Belirlenmesi: Aksaray İli Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Aksaray Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Aksaray, Türkiye, 99.
- Kahraman, D.E., (2017). Kentsel morfoloji ve enerji talebi, dünya örnekleri. *İzmir Bölgesel Enerji Forumu*, 07-08 Nisan, s1-37.
- Kalkan, M., (2020). İstanbul’da Şehirleşmenin Yağış Üzerindeki Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul,

Türkiye, 60.

- Kamer Aksoy, Ö. ve Aslan, E. S., (2022). Kentlerde iklim değişikliğinin olası etkilerinin azaltılmasında yeşil altyapı ve ekosistem hizmetlerinin rolü. *İnsan&İnsan*, Yıl: 9, Sayı: 33, Yaz 2022, 53-62. <https://doi.org/10.29224/insanveinsan.1104391>
- Kara Öztekin, C., (2022). Bazı Kent Ağaçlarının Biyokütle ve Karbon Depolama Kapasitesinin Belirlenmesi: Rize İli Ziraat Botanik Parki Örneği, *Yüksek Lisans Tezi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi*, Rize, Türkiye, 91.
- Karakuş, N. ve Selim, S., (2022). Dış mekân termal konfor koşullarının zamansal ve mekânsal dağılımı: Konyaaltı-Antalya örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 13(2): 259-269.
- Kabiru, P., Kuffer, M., Sliuzas, R., & Vanhuysse, S. (2023). The relationship between multiple hazards and deprivation using open geospatial data and machine learning. *Natural Hazards*. doi:10.1007/s11069-023-05897-z
- Kavuran, D. (2022). Ekolojik Tasarım Kriterlerine Göre Kent Parklarının İyileştirilmesi: Edirne Kent Ormanı Örneği. *PAUD- Peyzaj Uygulamaları ve Araştırmaları Dergisi*, Sayı:2, Aralık 2022, s. 1-12.
- Kesgin Atak, B., ve Ersoy Tonyaloğlu, E. (2020). Alan kullanım/arazi örtüsü ve bitki örtüsündeki değişimin arazi yüzey sıcaklığına etkisinin değerlendirilmesi: aydın ili örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 21(4): 489- 497. doi: 10.18182/tjf.786827.
- Kılıç, E. (2021). Mavi-Yeşil Altyapı Kapsamında Bir Riparian Zonun Ekolojik Değerlendirmesi: Gaziantep Alleben Deresi, Yüksek Lisans Tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kahramanmaraş, Türkiye, 152.
- Kısak, E., (2021). Kentsel Mekanda Açık-Yeşil Alanların Çevre Kalitesi Açısından Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, Türkiye, 170.
- Koç, İ. (2021). Küresel iklim değişikliğinin bolu’da bazı iklim parametreleri ve iklim tiplerine etkisi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 23(2): 706-719.
- Koçak, H., ve Bozyurt, O. (2021). Küresel iklim değişikliğine yönelik çözüm odaklı yaklaşımlar. *Journal Of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 7(47):2468-2479.
- Koçan N. ve İbiş, Ş.S., (2020). Çankırı ili kentsel açık yeşil alanlarının belirlenmesi ve geliştirilmesi. *Ordu Üniv. Bil. Tek. Dergisi*, 10 (2): 154-163.
- Kömürcüoğlu, İ.Ş., (2022). Kentsel Isı Adası ve Kent Geometrisi İlişkisi Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Arel Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim

Enstitüsü, İstanbul ,Türkiye, 69.

- Köprülü, B. ., & Topçu, M. (2022). Kent morfolojisinde kentsel doku değişiminin fraktal analiz yöntemi kullanılarak değerlendirilmesi: Konya örneği. *Türkiye Kentsel Morfoloji Ağı*, (III. Kentsel Morfoloji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ankara), 949–981.
- Külahlıoğlu, M., Şahingöz, M., Kurt, G. ve Çilek, A. (2022). Geçirimsiz yüzeyler ve konumsal-zamansal dinamiklerin kentsel ısı adasına etkilerinin belirlenmesi: Adana İli örneği. *Cukurova 8th International Scientific Researches Conference*, April 15-17, 2022/ Adana.
- Mamizadeh, S., (2019). Yapay Sinir Ağları İle Yüzey Sıcaklık Ve Albedo Modellemesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Aydın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 116.
- Mercan, Ç. (2020). Yer yüzey sıcaklığının termal uzaktan algılama görüntüleri ile araştırılması: Muş ili örneği. *Türkiye Uzaktan Algılama Dergisi*, 2 (2), 42-49.
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022. T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Bakanlığı, Meteoroloji Genel Müdürlüğü, Meteorolojik veri İşlem Dairesi Başkanlığı Rize İli İklim Verileri, <https://bulut.mgm.gov.tr/share/preview/VebyyMHZHajkgQrA>
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2023. T.C. Çevre, Şehircilik Ve İklim Değişikliği Bakanlığı Meteoroloji Genel Müdürlüğü 11. Bölge Müdürlüğü, Rize ili istasyonlarına ait OMGİ (Otomatik Meteoroloji Gözlem İstasyonu) İklim Verileri MEVBİS (Meteorolojik Veri Bilgi Sunum ve Satış Sistemi), <https://bulut.mgm.gov.tr/share/preview/hJQSayhzDbJmthSe>
- Mishra, K., Garg, R. D. (2023). Assessing variations in land cover-land use and surface temperature dynamics for Dehradun, India, using multi-time and multi-sensor landsat data. *Environmental Monitoring and Assessment*, 195, 373.
- Naim, M. N. H., ve Kafy, A.-A. (2021). Assessment of urban thermal field variance index and defining the relationship between land cover and surface temperature in Chattogram city: A remote sensing and statistical approach, *Environmental Challenges*, 4, 100107.
- NOAA, 2022. NOAA National Centers for Environmental Information, Monthly Global Climate Report for Annual 2021, published online January 2022, retrieved on September 1, 2023 from <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202113>.
- NOAA, 2023a. NOAA National Centers for Environmental Information, Monthly Global Climate Report for July 2023, published online August 2023, retrieved on September 1, 2023 from <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202307>.

- NOAA, 2023b. NOAA National Centers for Environmental Information, Monthly Global Climate Report for Annual 2012, published online January 2013, retrieved on September 1, 2023 from <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/201213>.
- NOAA, 2023c. NOAA National Centers for Environmental information, Climate at a Glance: Global Mapping, published August 2023, retrieved on September 1, 2023 from <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/mapping>
- NOAA, 2023d. NOAA National Centers for Environmental Information, State of the Climate: Global Climate Report for 2022. Accessed January 18, 2023, from <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202213>.
- NOAA, 2023e. NOAA National Centers for Environmental Information, Monthly Global Climate Report for Annual 2022, published online January 2023, retrieved on September 1, 2023 from <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/monthly-report/global/202213>.
- NOAA, 2023f. NOAA National Centers for Environmental information, Climate at a Glance: Global Time Series, published August 2023, retrieved on September 1, 2023 from <https://www.ncei.noaa.gov/access/monitoring/climate-at-a-glance/global/time-series>
- Orhan, O., (2021). Mersin ilindeki kentsel büyümenin yer yüzey sıcaklığı üzerine etkisinin araştırılması. *Geomatik*, 6 (1), 69-76, DOI: 10.29128/geomatik.679858.
- Ödül, H. ve Kuşçu Şimşek, Ç., (2019). Kentsel Alanda İklimsel Değişimin İncelenmesi: Ümraniye Örneği. TMMOB 6. Coğrafi Bilgi Sistemleri Kongresi, 23-25 Ekim 2019, Ankara.
- Öncel, H. ve Meşhur, M.Ç., (2021). Konya kentsel alanının büyümesinde kentsel saçaklanma ve nedenleri. *Planlama* 2021; 31(2):191-207 | doi: 10.14744/planlama.2021.04127.
- Özbilge, M. K. (2020). Şehir Isı Adası İle Yüzey Isı Adası Kavramları Arasındaki Farklar Ve İstanbul Örneği, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 163.
- Özdemir, Z. ve Özkaynak, M. (2023). Kentsel yeşil alanları sürdürülebilir kentleşme üzerinden okumak: Amasya kenti örneği. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*. Yıl: 2. Sayı: 3. ss. 270-292.
- Özdoğan G., 2015. Uzaktan Algılama Teknikleri Kullanılarak Palas Ovası'nın Arazi Yüzey Sıcaklığı Değişimlerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi, Kayseri.
- Özkök, M. K. vd., (2017). Arazi yüzey sıcaklığı farklılaşmalarının kentsel gelişim ve

planlama süreçleri açısından uzaktan algılama verileri ile değerlendirilmesi: Çorlu/Çerkezköy/Ergene/Kapaklı alt bölgesi örneği. *Toprak Bilimi ve Bitki Besleme Dergisi*, 5 (2) 69–79.

Özmen, B.M., (2020). Nevşehir Kent Peyzajının Yeşil Altyapı Yaklaşımı İle Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Bartın Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Bartın, İstanbul, 77.

Öztürk, D. (2023). Samsun-Atakum'da kentsel geçirimsiz yüzey alanlarının sentinel-2 uydu görüntülerinden spektral indeksler kullanılarak belirlenmesi. *Coğrafi Bilimler Dergisi/ Turkish Journal of Geographical Sciences*, 21 (1), 49-76, doi: 10.33688/aucbd.1164879.

Qi, J., Ding, L., & Lim, S. (2023). Application of a decision-making framework for multi-objective optimisation of urban heat mitigation strategies. *Urban Climate*, 47, 101372. doi:<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101372>

Qiao, Z., Lu, Y., He, T., Wu, F., Xu, X., Liu, L., Han, D. (2023). Spatial expansion paths of urban heat islands in Chinese cities: Analysis from a dynamic topological perspective for the improvement of climate resilience. *Resources, Conservation and Recycling*, 188, 106680. doi:<https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2022.106680>

Ouyang, Z., Sciusco, P., Jiao, T. *et al.* (2022). Albedo changes caused by future urbanization contribute to global warming. *Nat Commun* 13, 3800. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-31558-z>

Park, C. Y., Choe, H., & Thorne, J. H. (2023). Mapping urban cool air connectivity in a megacity. *Urban Climate*, 47, 101362. doi:<https://doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101362>

Parlak, E., ve Atik, M. (2020). Dünyadan ve ülkemizden mavi–yeşil altyapı uygulamaları. *PEYZAJ - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi*. 2/2 (2020) 86-100.

Parsova, Ö., (2020). Kentsel Isı Adası Etkisinin Yapısal ve Bitkisel Alanlarda İncelenmesi: Kadıköy İlçesi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 52.

Partigöç, N.S. ve Acer, E., (2022). Kıyı kentlerinde iklim değişikliğinin etkilerinin incelenmesi: Kumbahçe Mahallesi (Bodrum) örneği. *Journal of Environmental and Natural Studies*, 4(3), 225-242. doi: [https:// 10.53472/jenas.1180800](https://10.53472/jenas.1180800).

Ramsay, E. E., Duffy, G. A., Burge, K., Taruc, R. R., Fleming, G. M., Faber, P. A., & Chown, S. L. (2023). Spatio-temporal development of the urban heat island in a socioeconomically diverse tropical city. *Environmental Pollution*, 316, 120443. doi:<https://doi.org/10.1016/j.envpol.2022.120443>.

Sancar, M.C., (2022). Antalya İli Biyoklimatik Konfor Şartlarının Coğrafi Bilgi Sistemleri Tabanlı Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Nevşehir Hacı Bektaş Veli

Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Nevşehir, Türkiye, 121.

- Sarı, E. N., ve Yılmaz, S. (2021). Farklı sokak kanyonlarında rüzgârın hava kirliliği dağılımı üzerindeki etkisi: Erzurum örneği. *Planlama* 2021;31(3):466-479 | doi: 10.14744/planlama.2021.49368.
- Sarı, D. vd., (2020). Kent parklarında kullanılan ağaç türlerinin sağladığı ekosistem hizmetleri: Rize Mesut Yılmaz (Sahil) Parkı Örneği. *Anadolu Çev. ve Hay. Dergisi*, 5(4), 541-550.
- Sayan Atanur, G., ve Ersöz, N. D. (2020). Kavramsal gelişim süreçleri ve tasarım bileşenleri bağlamında kent parkları. *Ağaç ve Orman*, 1(1), 66-71.
- Selim, S. (2021). Yeşil mutabakat çerçevesinde kentsel yeşil alanların yeşil altyapı sistemine entegrasyonu: Antalya-Konyaaltı örneği, *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, Cilt 25, Sayı 3, 636-643, 2021.
- Singh, V. K., Mohan, M., & Bhati, S. (2023). Industrial heat island mitigation in Angul-Talcher region of India: Evaluation using modified WRF-Single Urban Canopy Model. *Science of The Total Environment*, 858, 159949. doi:https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159949
- Sobrinho, J., ve Irakulis, I. (2020). A Methodology for Comparing the Surface Urban Heat Island in Selected Urban Agglomerations Around the World from Sentinel-3 SLSTR Data, *Remote Sensing*, 12, 2052.
- Somuncu, D.H., (2021). Kentsel Isı Adası Etkisinin Yerel İklim Bölgeleri Sınıflandırma Sistemi Kullanılarak İrdelenmesi: Ankara Kent Merkezi Örneği, Doktora Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Türkiye, 189.
- Sunita, Kumar, D., Shahnawaz, & Shekhar, S. (2023). Evaluating urban green and blue spaces with space-based multi-sensor datasets for sustainable development. *Computational Urban Science*, 3(1), 12. doi:10.1007/s43762-023-00091-0
- Şahin, Ş., Perçin, H., Kurum, E., Uzun, O. ve Bilgili, B. C., 2014. Bölge - Alt Bölge (İl) Ölçeğinde Peyzaj Karakter Analizi ve Değerlendirmesi Ulusal Teknik Kılavuzu. *Müşteri Kurumların T.C. İçişleri Bakanlığı, T.C. Çevre ve Şehircilik Bakanlığı ve T.C. Orman ve Su İşleri Bakanlığı olduğu, T.C. Ankara Üniversitesinin Yürütücü Kuruluş olduğu ve TÜBİTAK KAMAG 1007 Programı 109G074 No'lu PEYZAJ-44 Projesi Çıktısı*, 148 Sayfa, Ankara.
- Şensoy, S. vd., (2020). Antalya'nın termal konfor özellikleri, iklim model verileri kullanılarak gelecek projeksiyonları ve turizme etkileri, *Coğrafi Bilimler Dergisi/ Turkish Journal of Geographical Sciences*, 18(2), 124-160, doi: 10.33688/ aucbd.706150.
- Şermet, R. ve Özyavuz, M. (2018). Yeşil alanların kentsel ısı adası üzerine etkileri. *V. Uluslararası Multidisipliner Çalışmaları Sempozyumu (Isms)*, (16-17 Kasım 2018, Ankara-Türkiye.

- Şirvan, B. ve Akın Tanrıöver, A. (2023). Bursa kentinin 1979-2021 yılları arasında kentsel açık yeşil alan değişiminin irdelenmesi. *Ağaç ve Orman*, 3(2), 14-22.
- Tang, L., Zhan, Q., Fan, Y., Liu, H., & Fan, Z. (2023). Exploring the impacts of greenspace spatial patterns on land surface temperature across different urban functional zones: A case study in Wuhan metropolitan area, China. *Ecological Indicators*, 146, 109787. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109787>
- Taylan Susan, A., (2021). Türkiye kentlerinin sürdürülebilir yaşam kalitesi temel bileşenlerinde dağılımı ve kümelenmesi. *Planlama* 2021;31(2):170–190 | doi: 10.14744/planlama.2020.48658.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2019. 2020-2023 Ulusal Akıllı Şehirler Stratejisi Ve Eylem Planı.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2020a. Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartlarının Belirlenmesi Hizmeti, Akıllı Şehir Proje Fişi ve Fizibilite Etüdü Kılavuzu.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2020b. Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartlarının Belirlenmesi Hizmeti, Uluslararası Örnekler İnceleme Ve Türkiye İçin Uygun İçerik Ve Modellere İlişkin Öneriler Raporu.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021a. Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Akıllı Şehir Kullanıcı Memnuniyeti Raporu.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021b. Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Akıllı Şehir Kullanıcı Profil Çeşitliliği Raporu.
- T.C. Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021c. Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü, Akıllı Şehir Proje Yönetimi Standartlarının Belirlenmesi Hizmeti, Dezavantajlı Grupları Kapsayacak Şekilde Toplumun Büyük Kesiminin Akıllı Şehir Çözümleri Kullanılan Şehircilik Hizmetlerinden Faydalanmasına Yönelik Analiz Raporu.
- Tekeci Şengül, S. (2022). Kent Planlamada Ekolojik Yaklaşımlar ve Eko-Kent Örneklerinin Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Işık Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul, Türkiye, 107.
- Tekin, O. (2022). Küresel İklim Değişikliğinin Türkiye’de Gökmar (Abies Spp.) Türlerinin Yayılış Alanlarına Olası Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye, 79.
- Temizkan, S., (2020). Kentsel Isı Adası Özelliği Yüksek Meydanlarda Yağmur Suyu Hasadına Yönelik Uygun Malzeme Seçiminin Araştırılması: Kbü Sosyal Yaşam Merkezi Örneği, Yüksek Lisans Tezi, Karabük Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Karabük, Türkiye, 127.
- Tokgöz, G. vd., (2022). Kentsel peyzajlarda geçirimli beton kullanımı ve özelliklerinin

- değerlendirilmesi. *Düzce Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 10 (2022) 1067- 1078.
- Topuz, M. ve Geçen, R., (2021). Silifke ve Erdemli ilçe merkezlerinin yer yüzey sıcaklığına etkisi. *Çukurova Araştırmaları*, 7(3), 439-453.
- Tozam, İ. ve Bulut Karaca, Ü., (2018). Kentsel Isı Adası Etkisi ve Serin Çatılar. 9. *Ulusal Çatı & Cephe Konferansı*, 12 - 13 Nisan 2018.
- Tuğaç, Ç., (2022). İklim değişikliği krizi ve şehirler. *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*. Yıl: 1. Sayı: 1. ss. 38-60.
- TÜBİTAK Bilim Genç, (2022). Albedo Etkisi Nedir? 19 Mart 2023 tarihinde <https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/makale/albedo-nedir> sayfasından edinilmiştir.
- Tülek, B., ve Ersoy Mirici, M. (2019). Kentsel sistemlerde yeşil altyapı ve ekosistem hizmetleri. *PEYZAJ - Eğitim, Bilim, Kültür ve Sanat Dergisi*, 2 (2019) 1-11.
- Türkyılmaz, M., (2021). Çanakkale İlindeki 1984-2020 Yılları Arasındaki Kent Isı Adası Değişiminin Landsat Uydu Görüntüleri Kullanarak Çok Zamanlı İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi, Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Çanakkale, Türkiye*, 159.
- Ünal Çilek, M. (2022). Kentsel Yüzey Isı Adalarının Belirlenmesinde Yer Yüzey Sıcaklık Verilerinin Kullanımı. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi. Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, (33), 213-222.
- URL-1, 2023. [https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/sites/default/files/albedo\\_2.jpg](https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/sites/default/files/albedo_2.jpg) , Erişim Tarihi: 28 Temmuz 2023.
- URL-2, 2023. [https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/sites/default/files/albedo\\_1.jpg](https://bilimgenc.tubitak.gov.tr/sites/default/files/albedo_1.jpg) , Erişim Tarihi: 28 Temmuz 2023.
- URL-3, 2023. [https://www.nufusu.com/il/rize-nufusu\\_](https://www.nufusu.com/il/rize-nufusu_), Erişim Tarihi: 13 Temmuz 2023.
- URL-4, 2023. [https://www.nufusu.com/ilce/merkez\\_rize-nufusu](https://www.nufusu.com/ilce/merkez_rize-nufusu) , Erişim Tarihi: 13 Temmuz 2023.
- URL-5, 2023. <https://www.peyzax.com/kentsel-isi-adasi-etkisi-peyzaj-mimarliginin-rolu/> , Erişim Tarihi: 12 Ağustos 2023.
- URL-6, 2023. <https://kagider.org/tr/blog/gonderiler/kentlerde-karbon-yutak-alanlari-planlamalari-ve-peyzaj-mimarlarinin-rolu> , Erişim Tarihi: 13 Ağustos 2023.
- USGCRP, 2017. Climate Science Special Report: Fourth National Climate Assessment, Volume I [Wuebbles, D.J., D.W. Fahey, K.A. Hibbard, D.J. Dokken, B.C. Stewart, and T.K. Maycock (eds.)]. U.S. Global Change Research Program, Washington, DC, USA, 470 pp., doi: 10.7930/J0J964J6.

- Üstün Topal, T. (2021). Kentsel Gelişim Alanlarına İlişkin Ekoloji Temelli Planlama Yaklaşımı: Tekirdağ Örneği, Doktora Tezi, Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Tekirdağ, Türkiye, 299.
- Varentsov, M., Konstantinov, P., Repina, I., Artamonov, A., Pechkin, A., Soromotin, A., Esau, I., Baklanov, A. (2023). Observations of the urban boundary layer in a cold climate city. *Urban Climate*, 47, 101351, doi.org/10.1016/j.uclim.2022.101351
- Vaudour, E., Gomez, C., Lagacherie, P., Loiseau, T., Baghdadi, N., Urbina-Salazar, D., Loubet, B., & Arrouays, D. (2021). Temporal mosaicking approaches of Sentinel-2 images for extending topsoil organic carbon content mapping in croplands. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, 96, 102277.
- Welegedara, N. P. Y., Agrawal, S. K., & Lotfi, G. (2023). Exploring Spatiotemporal Changes of the Urban Heat Island Effect in High-Latitude Cities at a Neighbourhood Level: A Case of Edmonton, Canada. *Sustainable Cities and Society*, 104403. doi:https://doi.org/10.1016/j.scs.2023.10440
- Won, J., & Jung, M. C. (2023). Does compact development mitigate urban thermal environments? Influences of smart growth principles on land surface temperatures in Los Angeles and Portland. *Sustainable Cities and Society*, 90, 104385. doi:https://doi.org/10.1016/j.scs.2022.104385
- Xu, X., Wang, X., Yang, P., Meng, Y., Yu, D., Li, C. (2023). Strategy for mapping soil salt contents during the bare soil period through a satellite image: Optimal calibration set combined with random forest. *CATENA*, 223, 106900.
- Yeşil, P. ve Güzel, M. (2022). Arazi yüzey sıcaklığı ve yapılı çevre ilişkisi: Ordu kent merkezi örneği, *Peyzaj Araştırmaları II*, Sayfa: 347-364.
- Yıldırım, S. (2022). Bazı İklimsel Parametrelerin Biyoklimatik Konfor Ölçütlerine Göre Bölgesel Peyzaj Planlamasındaki Etkileri, Yüksek Lisans Tezi, Kastamonu Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Kastamonu, Türkiye, 66.
- Yılmaz, E., ve Özcanlı, M. (2021). Van şehir gelişimi ile şehir ısı adası arasındaki ilişkiler ve sıcaklık değişimleri, *Van İnsani ve Sosyal Bilimler Dergisi-VİSBİD*, Cilt I, Sayı I, Haziran, 2021.
- Yuan, F. and Bauer, M. E., 2007. Comparison of impervious surface area and normalized difference vegetation index as indicators of surface urban heat island effects in Landsat imagery, *Remote Sensing of Environment*, 106: 375-386.
- Yücer, E., (2023). Albedo, Yer Yüzey Sıcaklığı Ve Ndvı Arasındaki İlişkinin Landsat-7 Ve Landsat-8 Uydu Verileri Kullanılarak İncelenmesi: Safranbolu Örneği. *KSÜ Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 26(1), 2023.
- Yücekaya, M. (2022). Farklı Karakterdeki Kent Parçalarının Mikroklimatik Analizi:

Kayseri Örneği, Artium, 10 (2), 94-100,  
<https://doi.org/10.51664/artium.1125322>.

Yüksel, A. vd., (2020). Çapakçur Mikro Havzası'nda (Bingöl) mikro havza ölçekli peyzaj değerlendirmesi. *Türk Tarım ve Doğa Bilimleri Dergisi*, 7(1): 16–26, 2020.

Zeng, W., Chen, X., Wu, Q., & Dong, H. (2023). Spatiotemporal heterogeneity and influencing factors on urbanization and eco-environment coupling mechanism in China. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(1), 1979-1996. doi:10.1007/s11356-022-22042-8

Zhang, W., Li, Y., Zheng, C., & Zhu, Y. (2023). Surface urban heat island effect and its driving factors for all the cities in China: Based on a new batch processing method. *Ecological Indicators*, 146, 109818. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.109818>

Zhou, D., Sun, S., Li, Y., Zhang, L., & Huang, L. (2023). A multi-perspective study of atmospheric urban heat island effect in China based on national meteorological observations: Facts and uncertainties. *Science of The Total Environment*, 854, 158638. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.158638>

Zhou, W., Cao, W., Wu, T., & Zhang, T. (2023). The win-win interaction between integrated blue and green space on urban cooling. *Science of The Total Environment*, 863, 160712. doi:<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.160712>

Zhu, F., Su, T., Lei, B., Liang, Q., Zhou, Y., Liu, X., . . . Zhang, D. (2023). Considerations on the impact of “source-sink” landscape pattern changes on urban thermal environment and cooling efficiency: a case study of Nanjing, China. *Environmental Science and Pollution Research*. doi:10.1007/s11356-023-25289-x

Zhu, Z., Li, J., & Chen, Z. (2023). Green space equity: spatial distribution of urban green spaces and correlation with urbanization in Xiamen, China. *Environment, Development and Sustainability*, 25(1), 423-443. doi:10.1007/s10668-021-02061-0