



Gaziantep Üniversitesi AYINTÂB Araştırmaları Dergisi



Gaziantep University Journal of AYINTÂB Studies

e-ISSN: 2667-6257

Kent Yüzey Özelliklerinin Kentsel Isı Adası Oluşumuna Etkisi: Gaziantep Örneği

ARAŞTIRMA MAKALESİ

Ömer ŞEN*

Mehmet YALÇIN**

* Gaziantep Üniversitesi, Fen
Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü
E-Mail: omershen26@hotmail.com
ORCID: 0000-0002-1769-8236

** Saim Akınal Anadolu Lisesi
Coğrafya Öğretmeni
E-Mail: mhmtylcn367@gmail.com
ORCID: 0000-0001-9894-3768

ÖZET

Günümüz kentleşme hareketleri kent dokusunu değiştirirken bunun bir yansıması olarak kent iklimini de değiştirmektedir. Bu çalışmada iklim değişikliği ve kent bağlamında "kentsel iklim", "kentsel ısı adası", "negatif kentsel ısı adası" kavramları tanımlanmış; kent arazi kullanımı / kent arazi yüzeyinin ısı adası/ negatif kentsel ısı adası oluşumuna etkisi Gaziantep ölçeğinde ele alınmıştır. Çalışmada Landsat 8 uydu görüntülerinden ve CORINE Arazi Yüzey/Arazi Kullanım verilerinden faydalanılmıştır. Görüntüler ArcGIS 10.5 programı aracılığıyla sayısallaştırılmış ve haritalara dönüştürülmüştür. Zaman ve mekân ölçeğinde değişimi net görebilmek adına 2013 ve 2023 yıllarına ait temmuz ayı ortalama yüzey sıcaklıkları haritaları ve Gaziantep arazi kullanım sınıfları haritaları oluşturulmuştur. Bölgeye dair çıkarımlar karşılaştırılmalı olarak bu üç harita üzerinden yapılmıştır. Çalışma sonucunda Gaziantep'in merkez ilçelerinden Şahinbey ve Şehitkamil'in çeperlerinde kentsel ısı adası oluşumu, gözlemlenirken, söz konusu ilçelerin merkezlerinde ise büyük oranda negatif kentsel ısı adası oluşumuna rastlanmıştır. Bu anlamda kent arazi sınıfları ve kentsel ısı adası/negatif kentsel ısı adası oluşumları arasında anlamlı bir bağlantının varlığı tespit edilmiştir.

MAKALE BİLGİSİ/ARTICLE INFO

Makale Geçmişi:
Başvuru Tarihi:07.11.2024
Kabul Tarihi:12.12.2024

The Impact of Urban Surface Characteristics on the Formation of Urban Heat Islands: The Case of Gaziantep

ABSTRACT

ANAHTAR KELİMELER

İklim Değişikliği
Kent İklimi
Kentsel Isı Adası
Negatif Kentsel Isı Adası
Gaziantep Kenti

KEYWORDS

Climate Change
Urban Climate
Urban Heat Island
Urban Cooling Island
Gaziantep City

Today's urbanization movements are changing the urban fabric and therefore the urban climate. In this study, the effect of urban land use / urban land surface on heat island/urban cooling island formation was considered on the Gaziantep scale. In the study, Landsat 8 satellite images and CORINE Land Surface/Land Use data were used. The images have been digitized and converted into maps through the ArcGIS 10.5 program. In order to clearly see the change in the time and space scale, July Average Surface Temperature maps and Gaziantep Land Use Class maps for the years 2013 and 2023 have been created. As a result of the study, urban heat island formation was observed on the periphery of Şahinbey and Şehitkamil, the central districts of Gaziantep, while urban cooling island formation was found to a large extent in the centers of these districts. In this sense, the existence of a significant link between urban land classes and urban heat island/urban Deceleration Island formations has been determined.

Extended Summary

Research Problem:

This study aims to reveal the connections between land surface cover and surface temperatures and to examine the formation of urban heat islands/cooling islands on the scale of the city center of Gaziantep.

Research Questions:

How are urban heat islands addressed in the literature? Is there an urban heat island formation in Gaziantep? Is there an urban heat island formation in Gaziantep?

Literature Review:

Upon reviewing national and international literature, numerous studies on the effect of urban heat islands are observed. The international literature heavily references the work of J. A. Voogt and T. R. Oke, particularly their study "Complete Urban Surface Temperatures," which defines important concepts on urban climate and urban heat islands. Additionally, studies from Jordan, Lebanon, Iraq, and Iran, cities with climates similar to Gaziantep, were examined, adding limited literature on arid-semi-arid climates to the article. Nationally, the works of Murat Türkeş on climate change and Turkey's climate change status were utilized. Various studies by Dilek Aykır, Yasemin Ezber, Tayfur Kidnap, Ömer Lütfi Şen, Hüseyin Özdemir, and Alper Ünal were used to explain the concepts of urban climate and urban heat islands.

Methodology:

The data used in this study were prepared using Landsat 8 OLI/TIRS satellite images from NASA and Land Surface/Land Use data from the CORINE (Coordination of Information on the Environment) project, available on the European Union's online data provider, COPERNICUS. Satellite images were processed using the ArcGIS 10.5 program.

Maps were prepared using OLI Band 4, Band 5, and TIRS Band 10 from the metadata files for July, containing the boundaries of Gaziantep, obtained from the USGS (United States Geological Survey) online data provider "earthexplorer.usgs.gov."

Land Surface/Land Use data from the CORINE project were downloaded from the COPERNICUS website and clipped to the Gaziantep scale using the ArcGIS 10.5 program. A legend for land use and land surface cover variables was prepared from the obtained images, adhering to the color scale specified by the project.

Results and Conclusions:

Urbanization continues globally and in our country today. Increasing population and rapid consumption associated with this population lead to the continuous growth of urban areas. Additionally, people's desire for better living conditions, coupled with cities' service infrastructure and job opportunities, drives rural-to-urban migration. Rapid urbanization due to past population growth and rural-to-urban migration in our country continues today, leading to unplanned growth. This rapid urbanization increases environmental pollution and decreases the amount of green space in and around urban centers daily.

The land surface temperature map of 2013 shows urban heat island formations in both the Şahinbey and Şehitkamil districts. These areas generally correspond to construction sites, natural grasslands, and burnt areas (open areas with little or no vegetation) and sparse vegetation areas. In the 2023 Land Surface Temperature (LST) map, urban heat island formations were observed in the same areas and under the same labels. However, unlike in

2013, urban heat islands in 2023 occupied a narrower area. Regarding urban cooling areas, continuous urban structure, discontinuous urban structure, water bodies, industrial and commercial units, urban green areas, coniferous forests, and sports and recreation areas were observed in both 2013 and 2023. While these areas formed narrow urban cooling islands in 2013, they expanded significantly in 2023. Among these labels, coniferous forests and water bodies significantly reduce land surface temperatures. Areas referred to as "Urban Forests," not far from district centers, act as balance elements in Gaziantep's energy balance. For Şehitkâmil, Erikçe Forest and Düllükbaba Nature Park, and for Şahinbey, Burç Nature Park and Gerciğin Neighborhood constitute urban green areas. Additionally, open water surfaces such as Hacıarslan Pond, Burç Pond, Zülfikar Pond, and Alleben Pond are significant areas.

The impact of urban areas on climate is often destructive and disruptive. Therefore, research on urban planning has increased in recent years. Despite the increase in studies, the lack of understanding of the climate system by urban planners and the inability of current meteorologists, climatologists, geographers, etc., to play an active role in urban planning complicates this situation. In this context, urban planners should work with meteorologists, climatologists, and geographers. Urban Thermal Comfort Maps and Urban Climate Maps should be created. These maps should particularly target neighborhoods with low socioeconomic groups.

Urban forests should be expanded, and more budget should be allocated for urban forests in urban planning. Authorized institutions and organizations should encourage the construction of ecological corridors and facilitate energy and mass transfer between urban and neighboring areas. Furthermore, efforts should focus on establishing and improving green areas in residential, commercial, and industrial buildings.

Vegetation significantly reduces surface temperatures, especially during the day, due to the cooling effect of evaporation and the shading effect. Therefore, increasing the proportion of vegetation in commercial, residential, and industrial sectors is highly recommended. Policies and regulations should be established to enable decision-makers and urban planners to take effective and appropriate measures considering the impact of urbanization activities.

It is crucial to align urban area regulations with the climate and prioritize the climate factor in the reconstruction of urban transformation areas. Therefore, more research on urban climate and interdisciplinary studies on urban heat islands should be increased.

Giriş

İnsanlar tüm diğer canlılar gibi doğa ile etkileşim halindedir. Fakat insanları ekolojik anlamda diğer tüm canlılardan ayıran en temel özellik, insanın doğa ile etkileşiminde insanın doğayı değiştirebilme yeteneğidir. Bu anlamda ilk insandan bu yana insanlar doğa ile etkileşimlerinde hem doğadan etkilenmiş hem de büyük oranda bulunduğu doğayı değiştirmiştir. İnsanlığın doğa üzerindeki değiştirme yeteneği zaman içinde gelişmiş, değişmiş ve yıkıcı bir hale gelmiştir. İlk insanlar sınırlı kaynak kullanımı ve sınırlı teknoloji ile doğa üzerindeki hakimiyetlerini sınırlı bir düzlemde tutarken, Sanayi Devrim'inden günümüze kadar olan süreçte insanların doğa üzerindeki hakimiyeti artmış ve yıkıcılığı artık doğal sistemlerin dengesinin bozulması boyutlarına ulaşmıştır. Bu durumu sadece Sanayi Devrimi ile sınırlandırmamız doğru değildir. Çünkü sanayileşme tek başına gezegenin doğal sistemlerini bozacak ölçüde etkili değildir. Sanayileşme, beraberinde kentleşme ve nüfus artışını getirmiştir. Nüfus artışı ve kentleşme ise daha fazla kaynak kullanımı, daha fazla çevresel atık ve daha fazla yıkımı getirmiştir. Bu anlamda en karmaşık ve en kırılgan olan unsurlardan biri olan iklim sistemi de bu durumdan büyük ölçüde etkilenmiştir.

Gezegeneimizin uzun jeolojik tarihi boyunca farklı sebepler iklimin genel sisteminde tabii yollarla birçok değişikliğe sebep olmuştur. İklimde meydana gelen değişiklikler, bilhassa buzul hareketleri ve deniz seviyesindeki değişimler ekolojik yapıda kalıcı değişiklikler meydana getirmiştir.¹ Sanayi devrimi bu tabii değişikliklere insan etkilerinin de girdiği bir döneme işaret etmektedir.

2021 yılı Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneli tarafından hazırlanan 6'ncı İklim Raporu'nda küresel ortalama sıcaklık artışının önümüzdeki on yılda, Sanayi Devrimi öncesi (1850-1900) döneme kıyasla, 1.5 °C geçmemesi için derhâl harekete geçilmesi gerektiği vurgulanmıştır.²

BM İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne göre iklim değişikliği “doğal ve beşeri faaliyetler sonucu, ölçümlenebilir bir zaman dilimi içerisinde küresel atmosferik bileşenleri bozulması böylelikle iklimde oluşan değişiklikler olarak tanımlanmaktadır. İklim değişikliği, atmosfer içeriğindeki değişiklikler, doğal iç süreçler veya dış zorlamalar ile gerçekleşebilir. Bu tanımla ilintili olarak iklimin ortalamalarında ya da onu oluşturan değişkenlerde; anlamlı zamansal aralıklarda ortaya çıkan anlamlı sayısal değişimlerdir. İklim değişikliği; bütün bir süre ve mekân boyutlarında hem ortalama hem standart sapma hem de ekstrem olayların meydana gelme sıklığında görülen istatistikî değişimlerdir.”^{3 4}

Türkiye içerisinde yer aldığı Akdeniz Havzası, sera gazı (GHG) konsantrasyonlarındaki küresel artışın bir sonucu olarak 21. yüzyılda önemli iklim değişikliklerine maruz kalması muhtemel yerkürenin en hassas bölgelerinden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır.^{5 6} Öngörülen değişiklikler arasında, yüzey sıcaklığındaki artış, ortalama yağışlarda belirgin bir azalma daha kurak koşullara doğru bir eğilim, artan yağış değişkenliği, bölgesel su döngüsündeki değişimler; Akdeniz'in tatlı su açığındaki artış, deniz seviyesi artışı bulunmaktadır.^{7 8 9 10 11}

¹ Murat Türkeş vd., “Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri”. *Çevre Bakanlığı Yayınları 2000* (İstanbul: Çevre Bakanlığı, 2000), 7s.

² Panmao Zhai vd., “Climate Change 2021: The Physical Science Basis”, *Cambridge University Press*, (2021).

³ Murat Türkeş, “Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler”, *İklim Değişikliği ve Çevre* 1/1 (2008), 26-37.

⁴ Murat Türkeş, “Küresel İklim Değişikliği: Başlıca Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler ve Etkileri”, *Uluslararası Katılımlı 1. Meteoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı*, ed. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü (Ankara: 2010), 9-38.

⁵ Filippo Giorgi, “Climate change hot-spots”, *Geophysical Research Letters* 33/8 (2006).

⁶ Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), “*Climate Change (2007). Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*”, içinde: *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation, and Vulnerability*, ed. M. L. Parry vd. (Cambridge: Cambridge University Press, 2007).

⁷ Filippo Giorgi, ve Piero Lionello, “Climate change projections for the Mediterranean region”, *Global and Planetary Change* 63/2-3 (2008), 90-104.

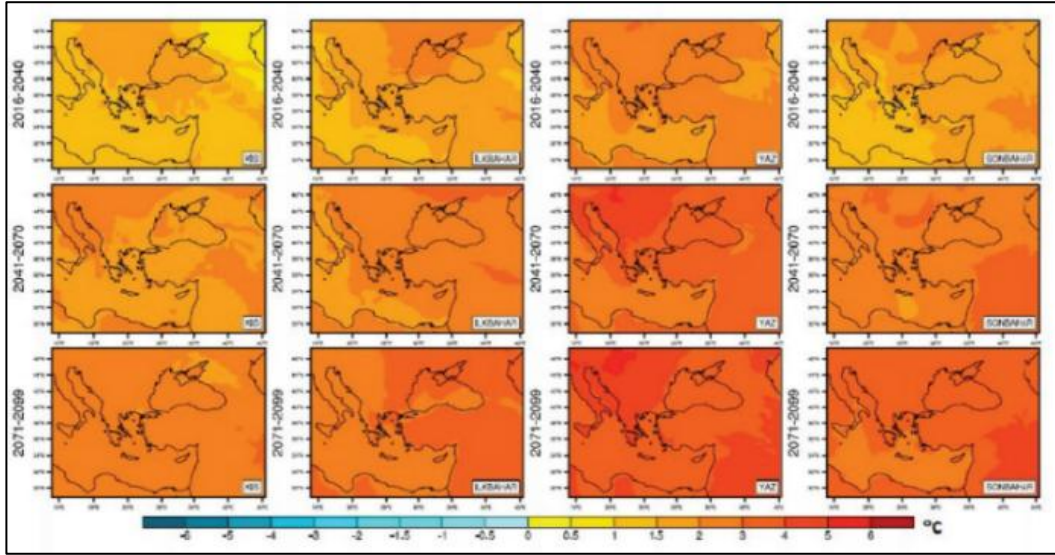
⁸ Annarita Mariotti vd., “Mediterranean water cycle changes: Transition to drier 21st century conditions in observations and CMIP3 simulations”, *Environmental Research Letters* 3/4 (2008)

⁹ Justin Sheffield ve Eric F. Wood “Projected changes in drought occurrence under future global warming from multi-model, multi-scenario, IPCC AR4 simulations”, *Climate Dynamics* 31 (2008), 79-105.

¹⁰ Emilio Sanchez Gomez vd., “Future changes in the Mediterranean water budget projected by an ensemble of regional climate models”, *Geophysical Research Letters* 36/21 (2009).

¹¹ Samuel Somot vd., “Transient climate change scenario simulation of the Mediterranean Sea for the twenty-first century using a high-resolution ocean circulation model”, *Climate Dynamics* 27 (2006), 851-879.

Gürkan vd. (2015), 2016 ile 2009 yılları arasında Türkiye'nin yıllık sıcaklık ortalama değerlerinin istikrarlı bir şekilde artış yönünde bir seyir izleyeceğini (söz konusu dönem sonunda 2.5 °C ortalama artış) ifade etmektedirler. Bu yükselme eğilimi yüzyılın ilk yarısında sınırlı kalırken, bilhassa yüzyılın ortalarından sonra yükseldiği görülmektedir (Şekil 1). Mevcut manzara çok da uzun olmayan bir dönemde kuraklık, sel, orman yangınları sıcak hava dalgaları, gibi afetlerin sayısında bir artışa yol açacağı, bu anlamda nüfusumuzun büyük bir kısmına ev sahipliği yapan kentlerin de iklim değişikliğinin olası sonuçlarına göre ivedilikle bir uyum paketi geliştirmesi gerekmektedir.¹²



Şekil 1: RF:1971-2000, RCP4.5'e Göre RegCM4 Bölgesel Modeli 20 km Sıcaklık Projeksiyonları (Gürkan vd., 2015)

2022 yılında Birleşmiş Milletlerin yapmış olduğu açıklamaya göre dünya nüfusu 8 milyarı aşmıştır. Yine aynı açıklamanın devamında ise dünya nüfusun yaklaşık %50'sinden fazlasının kentlerde yaşadığı belirtilmiştir.¹³ Bugün ülkemizde de geçmiş dönemde meydana gelen kırsaldan kentlere göç hareketleri ve hızlı nüfus artışı ile kent çeperlerinde ve daha sonra kent merkezlerinde alt yapı ve üst yapının yetersiz kaldığı yeşil alanların minimize olduğu betonlaşmış bir manzara göze çarpmaktadır.¹⁴

Kentlerin artan nüfusu ve bu nüfusun ihtiyaçlarının karşılanması adına kent düzeni ve fonksiyonları sürekli olarak değiştirilmektedir. Nüfusun artması doğal tüm unsurları etkilerken şüphesiz bu etkilerin en büyüğünü kent iklimi üzerinde yapmaktadır. Bu etki yerel, bölgesel ve küresel ölçekte; iklim ve atmosfer bileşenleri üzerinde gerçekleşmektedir.¹⁵ İklim ve atmosfer bileşenlerinde meydana gelen bu değişimin en belirgin sonucu ise daha yüksek kentsel sıcaklık

¹² Mustafa Demirci "Kentsel iklim değişikliği yönetimi", *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* (2015), 75-100

¹³ Kight, S. W., ve Lysik, T. "8 milyar insan: İnsan ırkı", *Axios*, 14 Kasım 2022 (Erişim 23 Eylül 2024).

¹⁴ Sevgi Yılmaz vd., "Kent ormanlarının kentsel mekâna sağladığı faydalar", *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 37/1 (2006), 131-136.

¹⁵ Atıla Gül ve Volkan Küçük, "Kentsel açık-yeşil alanlar ve Isparta kenti örneğinde irdelenmesi", *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* Seri: A, 2 (2001), 27-48.

ortalamaları olarak karşımıza çıkmaktadır.^{16 17 18 19} Bu konuda yapılan çalışmalar, kentsel arazideki sıcaklıkların hem değişimi hem de bölgesel olarak gösterdiği farklılıklara değinmektedir.^{20 21 22}

Bu çalışmada arazi yüzey örtüsü ile yüzey sıcaklıkları arasında bağlantıların ortaya konulması ve bu anlamda kentsel ısı adası /negatif kentsel ısı adası oluşumlarının Gaziantep kent merkezi ölçeğinde incelenmesine odaklanılmaktadır. Çalışmada Landsat 8 uydu görüntüleri kullanılmıştır. Bu görüntülerin sabah saatlerine ait olması çalışmamızın sınırlılıklarını oluşturmaktadır. Çalışmanın birinci bölümü giriş başlığı ile başlamakta, ikinci bölümde çalışmanın temel kavramları literatür ile olan bağlantıları ile birlikte açıklanmakta, üçüncü bölümde çalışmanın veri ve kaynakları ile bu veri ve kaynakların işleme süreci yöntem ile birlikte açıklanmaktadır. Çalışmanın son bölümünde ise elde edilen sonuçlar değerlendirilmektedir.

Kavramsal Çerçeve ve İlgili Literatür

Kentlerin benzer çevre koşullarına sahip kırsal alanlardan daha farklı bir sıcaklık değerine sahip olması durumunu ilk kez 1810 yılında Luke Howard tarafından araştırılmıştır. Sonrasında ise bu fenomen ilk kez Kentsel Isı Adası (KIA) olarak Timothy Richard Oke tarafından kullanılmıştır.²³

Sıcaklığın mekânsal dağılışı incelendiğinde; mekân içerisindeki bazı bölgelerin çevrelerine oranla daha sıcak bazılarının ise daha soğuk olduğu gözlemlenebilmektedir. Çevrelerinden sıcaklık değerleri bakımından farklı değerler gösteren bu tür alanlara “Sıcaklık Adası” denir.²⁴ Sıcaklık adaları yüzey özelliklerinin etkisiyle kentin kırdan daha sıcak olduğu veya kırın kentten daha sıcak olduğu durumları ortaya koyabilmektedir. Bu anlamda kentin kırdan daha sıcak olduğu alanlar için “Kentsel Isı Adası” kavramı kullanılırken, kırın kentten sıcak olduğu veya bir başka deyişle kentin kırdan daha soğuk olduğu durumda “Negatif Kentsel Isı Adası” veya “Kentsel Soğuma Adası” (Negatif UHI, Cool Island) kavramları kullanılmaktadır.²⁵ Kentsel Isı Adası (KIA), kentsel alanların çevredeki kırsal alanlardan daha yüksek sıcaklık yaşadığı durumu ifade eder. Yoğun nüfuslu bölgelerde, rüzgâr akışı, enerji dengesi, sıcaklık, nem ve yağış gibi unsurlarda değişiklikler beklenmektedir.²⁶ Doğal arazi örtüsünün yerini kaldırım, binalar, beton, asfalt gibi geçirimsiz yüzeylerin alması yüzey sıcaklık dengesini değiştirirken; araçlar, fabrikalar ve klima ünitelerinin faaliyetleri çevresel ısıyı

¹⁶ Menglin Jin vd., “The footprint of urban areas on global climate as characterized by MODIS”, *Journal of Climate* 18/10 (2005), 1551-1565.

¹⁷Hao Zhang vd., “Analysis of land use/land cover change, population shift, and their effects on spatiotemporal patterns of urban heat islands in metropolitan Shanghai, China”, *Applied Geography* 44 (2013), 121-133.

¹⁸ Kun Yang vd., “Spatial and temporal variations in the relationship between lake water surface temperatures and water quality: A case study of Dianchi Lake”, *Science of the Total Environment* 624 (2018), 859-871.

¹⁹ Bao-Jie He ve Jin Zhu, “Constructing community gardens? Residents’ attitude and behaviour towards edible landscapes in emerging urban communities of China”, *Urban Forestry & Urban Greening* 34 (2018), 154-165.

²⁰ Dilek Aykır, “Türkiye’de ekstrem sıcaklık indislerinin eğilimlerinde şehirleşmenin etkisi”, *Türk Coğrafya Dergisi* 69 (2017), 47-57.

²¹ Yasemin Ezber vd., “Climatic effects of urbanization in Istanbul: A statistical and modeling analysis”, *International Journal of Climatology* 27/5 (2007), 667-679.

²² Hüseyin Özdemir vd., “Quantification of the urban heat island under a changing climate over Anatolian Peninsula”, *Theoretical and Applied Climatology* 108/1-2 (2011), 1-8.

²³ Timothy Robert Oke, “The energetic basis of the urban heat island”, *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 108/455 (1982), 1-24.

²⁴Joost A. Voogt ve Timothy Robert Oke, “Complete urban surface temperatures”. *Journal of Applied Meteorology* 36/9 (1997), 1117-1132.

²⁵ Huan Du vd., “Research on the cooling island effects of water body: A case study of Shanghai, China”. *Ecological Indicators* 67 (2016), 31-38.

²⁶ Timothy Robert Oke, “*Boundary Layer Climates*”. Routledge, London,(1987).

arttırmaktadır. Uzun binalar ve dar sokaklar ise hava akışını azaltmaktadır. Ayrıca KIA oluşumuna etki eden ve kontrol edilemeyen bazı faktörler de vardır. Bunlar Güneşten gelen solar radyasyon, basınç durumu, mevsim, günlük koşullar, rüzgâr hızı ve bulut örtüsü olarak sayılabilir. Bununla birlikte her kentin içinde bulunduğu iklimin yanı sıra çevresel (yüzey şekilleri, karasallık vb.) koşullardan kaynaklı farklı mezo iklimler de görülmektedir. Bu mezo iklimler KIA'nın oluşumunda önemli rol oynamaktadır. Aynı oranda kentleşme olmasına rağmen, mezo iklimi gereği daha fazla rüzgâr alan ve daha az rüzgâr alan iki bölge karşılaştırıldığında rüzgâr almayan bölgede daha yoğun KIA görülmesi beklenir.²⁷

Kentleşme ve nüfus artışı KIA'nın büyüklüğünü ve mekânsal dağılımını etkileyen en önemli iki faktördür.²⁸ Kentsel ısı adaları yerel ölçekte etkili bir durumdur, arazi yüzeyindeki değişim ve artık enerji birikimi kentsel alanlarda diğer alanlara nispeten daha yüksek hava sıcaklıklarına ve daha yüksek yüzey sıcaklıklarına sebep olmaktadır. Kırsal ve doğal yüzeylere oranla, kentsel alanlardaki gün içinde meydana gelen soğuma çok daha yavaş gerçekleşmektedir. Kısmi kent özelliği taşıyan (Kentler arası / Orta Yoğun Kent) alanlara oranla kentsel alanlarda KIA etkisi daha belirgindir. Bu bağlamdaki farklılık kentsel alanlarda meydana gelen değişimlerin daha geniş çaplı ve daha belirgin olarak yaşanmasıyla ilişkilidir. Söz konusu değişimler;

- a) Kent Yapısı (Strüktür): Binaların ve sokakların yükseklik/genişlik oranı
- b) Kent Arazisi: Yapıların boyutu ve yeşil alanların oranı
- c) Kent Dokusu: Beton, asfalt gibi fiziksel özelliklerin yoğunluğu
- d) Kentsel Metabolizma: İnsan kaynaklı atıkların tümü şeklinde sıralanabilir.²⁹

Şehir morfolojisi ve yapı stoğu kent ikliminin termal dengesi üzerinde belirleyici rol oynamaktadır.^{30 31 32} Bu anlamda; şehrin büyüklüğü ve yoğunluğu, binalarda ve kentsel alanlarda kullanılan malzemelerin türü ve özellikleri, yeşil alanların oranı, arazi kullanımı, gökyüzü görüş faktörü ve açık alanlardaki geometrik özellikler kent ikliminin termal dengesi için önemli değişkenler olarak örneklendirilebilir.

Kentsel ve kırsal alanlardaki zamansal ve mekânsal değişim göz önünde bulundurulduğunda kentsel nüfus artışı ve kentsel yayılmanın hızlanması; KIA etkisinin mekânsal anlamda daha geniş sahalara yayılmasına etki etmektedir.³³ Kentsel alanlardaki albedo, termal kapasite ve ısı iletkenliği gibi özelliklerin değişmesi, çevredeki kentsel olmayan alanlara göre daha sıcak olan değiştirilmiş bir iklime sahip olmasına neden olmaktadır.³⁴

²⁷ Se Woong Kim ve Robert D. Brown, "Urban heat island (UHI) variations within a city boundary: A systematic literature review". *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 148 (2021), 111256.

²⁸ Lei Yao vd., "Understanding the spatiotemporal pattern of the urban heat island footprint in the context of urbanization: A case study in Beijing, China". *Applied Geography* 133 (2021), 102496.

²⁹ John Patrick Connors vd., "Landscape configuration and urban heat island effects: assessing the relationship between landscape characteristics and land surface temperature in Phoenix, Arizona". *Landscape Ecology* 28 (2013), 271-283.

³⁰ Raj Giridharan vd., "Daytime urban heat island effect in high-rise and high-density residential developments in Hong Kong". *Energy and Buildings* 36 (2004), 525-534.

³¹ Raj Giridharan vd., "Urban design factors influencing heat island intensity in high-rise high-density environments of Hong Kong". *Building and Environment* 42 (2007), 3669-3684.

³² Loukia Doulos vd., "Passive cooling of outdoor urban spaces. The role of materials". *Solar Energy* 77/2 (2004), 231-249.

³³ Helmut E. Landsberg, "The Urban Climate". *Academic Press* (1981).

³⁴ Joost A. Voogt ve Timothy Robert Oke, "Thermal remote sensing of urban climates". *Remote Sensing of Environment* 86/3 (2003), 370-384.

Kentsel ısı adası, KIA yüzey ve KIA hava olarak iki farklı başlık altında incelendiği gibi bazı çalışmalarda bu iki durumun bölgeler arasında benzerlik gösterdiği yönünde çalışmalar da vardır.^{35 36 37}Fakat çoğu çalışma bize hava KIA etkisinin genel anlamda geceleri etkili olduğunu, yüzey KIA etkisinin ise gündüzleri etkili olduğunu söylemektedir.

Dünya şehirlerinin çoğu, kentsel çekirdeklerinde çevresel kırsal alanlardan daha yüksek sıcaklıkları gösterir. Bu durumun istisnalarından biri, şehir çekirdeklerinin daha serin olabileceği kurak veya yarı kurak bölgelerdir. KIA'lar, kent sakinlerinin termal konforunu ve sağlığını doğrudan^{38 39} ve dolaylı olarak⁴⁰ etkilerken, sıcaklık desenleri değişik türlerin habitatının değişmesini sağlayarak kentsel ekolojiyi de değiştirir.⁴¹

Yüzey Negatif Kentsel Isı Adası (yNKIA) terimi, yüzey sıcaklıklarının, kurak çevredeki kentleşmemiş alanlara kıyasla daha düşük olduğu kentsel alanları tanımlar ve genellikle kurak ve yarı kurak bölgelerde bulunur.⁴²

Abu Dabi'de MODIS verilerini kullanarak yer yüzeyi sıcaklığı ve KIA etkisi arasındaki bağlantının araştırıldığı çalışmada⁴³; kurak ve yarı kurak alanlarda gece kent merkezinde yKIA etkisi gözlemlenirken, gündüz genel olarak yNKIA etkisi tespit edilmiştir. Bu durumu ise kurak alanlardaki kent merkezlerinde yüksek toprak neminin varlığının, çevresindeki çıplak ve kuru yüzeylere oranla buharlaşma ile daha fazla Latent Isı oluşumuna, dolayısıyla daha fazla soğumaya neden olduğu şeklinde açıklanmıştır.

Erbil'de kurak mevsimde gündüz yNKIA'nın mekânsal değişimini incelemek için Landsat 8 uydu verilerini kullanarak hazırlanan çalışmada⁴⁴; yoğun yapılı alanların, şehir etrafındaki kentleşmemiş alanlara kıyasla daha düşük YYS'ye sahip olduğunu ortaya koymuşlar, daha sonra yNKIA etkisi ile ilgili bölgedeki nemlilik, parlaklık, çıplaklık, yapılaşma ve bitki örtüsü indeks haritaları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışma, Erbil gibi bazı şehirlerde kurak mevsimde yüzey nemliliğinin, yNKIA etkisinin ana belirleyicisi olduğunu; bitki örtüsünün değil, yüzey nemliliğinin ana etken olduğunu ortaya koymuştur.

Tahran gibi yarı kurak şehirlerde, kentsel ve kırsal bölgelere ait sıcaklık göstergeleri kullanarak hazırlanan çalışmada; kent merkezinde gündüz saatlerinde negatif ısı adalarının oluştuğu tespit edilmiştir. Aynı alanlar gece tipik yKIA etkisi gözlemlenirken, gündüz bu alanlar tam tersi özellik göstermektedir. Yani kurak, yarı kurak alanlarda da gece kentsel alanlar

³⁵ John A. Arnfield, "Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island". *International Journal of Climatology* 23/1 (2003), 1-26.

³⁶ Ashley A. Frey vd., "Potential impact of climate change on hurricane flooding inundation, population affected and property damages in Corpus Christi". *Journal of the American Water Resources Association* 46/5 (2010), 1049-1059.

³⁷ Janet E. Nichol vd., "Urban heat island diagnosis using ASTER satellite images and 'in situ' air temperature". *Atmospheric Research* 94/2 (2009), 276-284.

³⁸ Sharon L. Harlan vd., "Neighbourhood microclimates and vulnerability to heat stress". *Social Science & Medicine* 63/11 (2006), 2847-2863.

³⁹ Raffaele Laforteza vd., "Benefits and well-being perceived by people visiting green spaces in periods of heat stress". *Urban Forestry & Urban Greening* 8/2 (2009), 97-108.

⁴⁰ Marco Stafoggia vd., "Does temperature modify the association between air pollution and mortality? A multicity case-crossover analysis in Italy". *American Journal of Epidemiology*. 167/12 (2008), 1476-1485.

⁴¹ Sonja Knapp vd., "Do protected areas in urban and rural landscapes differ in species diversity?". *Biodiversity and Conservation* 17 (2008), 1595-1612.

⁴² Sirous Haashemi vd., "Seasonal variations of the surface urban heat island in a semi-arid city". *Remote Sensing* 8/4 (2016), 352.

⁴³ Michele Lazzarini vd., "Urban climate modifications in hot desert cities: The role of land cover, local climate, and seasonality". *Geophysical Research Letters* 42/22 (2015), 9980-9989

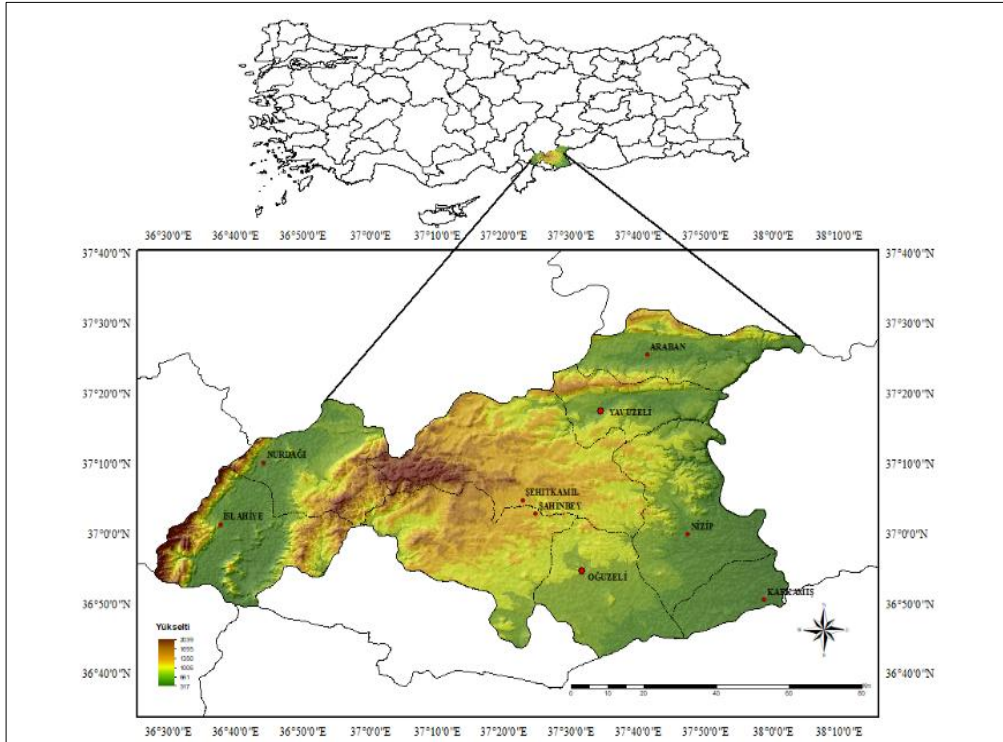
⁴⁴ Azad Rasul vd., "Diurnal and seasonal variation of surface urban cool and heat islands in the semi-arid city of Erbil, Iraq". *Climate* 4/3 (2016), 42.

kırsal alanlardan daha sıcak olabilmektedir. Bu durum gündüz negatif ısı adası etkisinden gece ısı adası etkisine geçişi göstermektedir.⁴⁵

Bu araştırmanın en önemli çıktısı yKIA etkisinin seçilen göstergelere bağlı olarak değişebilir olmasıdır. Kentsel ve kırsal bölgeler için seçilen bazı göstergeler gündüz saatlerinde negatif ısı adası etkisi gösterirken, aynı bölgeler için bu defa göstergeleri değiştirdiğimizde hem gündüz hem de gece yKIA'nın varlığına dair kanıtlar oluşabilmektedir. yKIA'yı doğru bir şekilde incelemek için hem gündüz hem de gece için uzaktan algılama görüntü verilerinin elde edilmesi çok önemlidir. Bu durum sıcaklık değişimlerinin kapsamlı bir şekilde analiz edilmesi ve yKIA kalıplarının doğru şekilde belirlenmesine olanak tanımaktadır. Araştırmacılar, yKIA çalışmalarında kullanılan göstergeleri dikkatlice seçmelidir çünkü farklı göstergeler farklı sonuçlar verebilir. Bu dikkatli seçim, kentsel ve kırsal alanların termal davranışının doğru bir şekilde anlaşılması için oldukça önemlidir.

Çalışma Alanı

Çalışma alanı; 37° 32' ile 36° 38' kuzey enlemleri arasında, 38° 01' ve 36° 28' doğu boylamları arasında bulunmaktadır. Gaziantep, 6.803 km²'lik alanıyla Türkiye topraklarının yaklaşık %1'lik bölümünü kapsamaktadır (GBB, 2024).⁴⁶ Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgesinin kesişim noktasında bulunan Gaziantep'in ortalama yükseltisi 855 metredir. Tarihi oldukça eskilere dayanan bir kent olan Gaziantep, Mümbit Hilal'in kuzeybatı ucunda Anadolu'yu Ortadoğu'ya bağlayan stratejik bir coğrafi konumda yer almaktadır.⁴⁷ Doğusunda Güneydoğu Torosların batı ucunda yer alan Sof Dağları uzanmaktadır. Sarıkaya Dağları, Sam, Dülükbaba ve Ganibaba da diğer yükseltiler olarak göze çarpmaktadır. Önemli ova sahaları: Oğuzeli, İslâhiye, Yavuzeli, Araban ve Barak'tır. İlin önemli akarsuları ise: Nizip Çayı, Afrin Çayı, Fırat Nehri, Alleben Deresi ve Merziman Çayı'dır (Şekil 2).



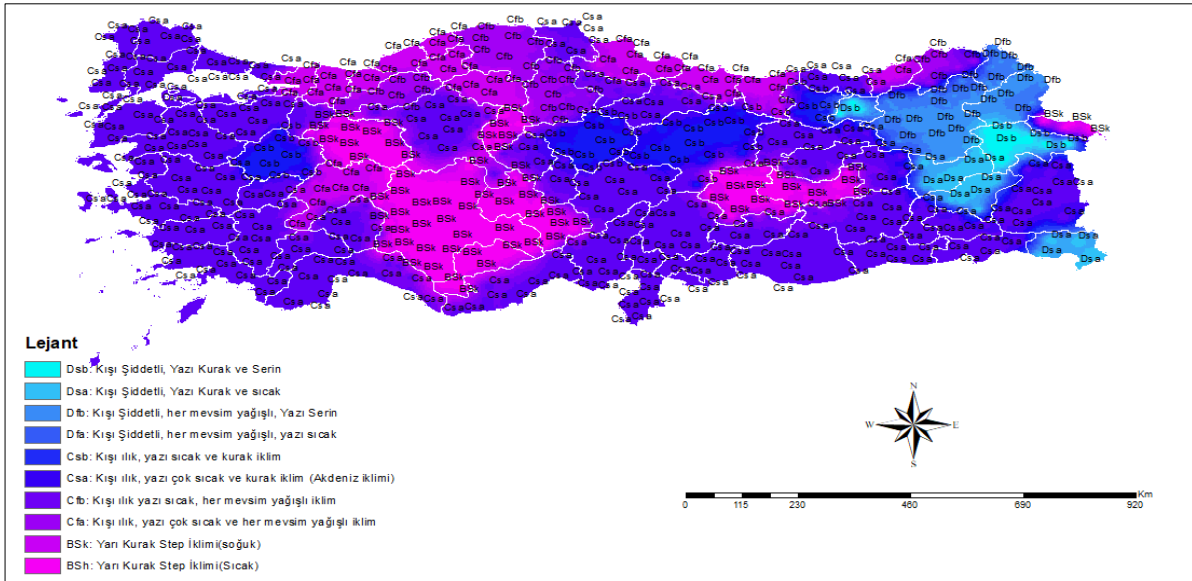
Şekil 2: Gaziantep İli Lokasyon Haritası

⁴⁵Haashemi vd., "Seasonal variations of the surface urban heat island in a semi-arid city". 352.

⁴⁶Şehitkamil Belediyesi. "İlimiz Gaziantep".

⁴⁷Şen, "Gaziantep ili ihracatının coğrafi çeşitliliği". 148

Gaziantep, Akdeniz ile karasal ikliminin bir geçiş koridorunda konumlanmıştır. Köppen İklim Sınıflandırması'nda kışı ılık, yazı çok sıcak ve kurak iklim (Csa) altında sınıflandırılmaktadır (Şekil 3).



Şekil 3: Türkiye Köppen İklim Sınıflandırması Haritası (MGM verilerine göre yazarlar tarafından çizilmiştir).

Karlı gün sayısı ortalama iki gündür. En sıcak (Temmuz) ay ortalaması 28,1 °C derecedir. En az yağış aldığı ay ise 5,4 mm ile Ağustos aydır Yıllık ortalama sıcaklık değeri 15,3 °C iken, yıllık ortalama yağış miktarı 564 mm'dir (Çizelge 1).

Çizelge 1: Gaziantep 1940-2023 Ortalama İklim Verileri (MGM)

Gaziantep		ca	ub.	art	is.	ay.	az.	em	ğus	yl.	ki	ası	ralı	ıllı
		k						.	t.		m	m	k	k
Ort. Sıc. (°C)	O	,1	,5	,2	3,4	8,9	4,3	8,1	7,9	3,5	6,8	,9	,1	5,30
Ort. En Yük. Sıc. (°C)	O	,5	,5	3,9	9,7	5,6	1,2	5,3	5,3	1,2	4,3	6,3	,8	1,60
Ort. En Düş. Sıc. (°C)	O	0,6	,2	,1	,3	2	7,2	1,2	1,1	6,3	0,2	,6	,2	,50
Ort. Güneşlenme Sür. (saat)	O	,5	,3	,4	,8	,4	0,3	0,6	,9	,7	,9	,3	,5	.0

O													
rt. Yağışlı Gün Sayısı	3,1 9	1,8 2	1,8 3	,81		,07	,52	,48	,46	,98	,25	1,9 4	4.3
A													
Yıllık Topl. Yağış Mikt. Ort. (mm)	02, 5	1,9	3,5	2	0,9	,2	,9	,4		6,5	1,9	7,3	64. 0

Gaziantep meteoroloji istasyonunda (1994-2019) yapılan ölçümlere göre, hâkim yıllık rüzgâr yönü batı-kuzeybatıdır. Uzun yıllık verilerin mevsimlik değerlendirmesi yapıldığında ise hâkim rüzgâr yönü; İlkbahar ve yazda batı-kuzeybatı, sonbaharda batı-güneybatı ve kışın doğu-kuzeydoğu yönündedir (Çizelge 2).

Çizelge 2, Gaziantep 1994-2019 Hâkim Rüzgâr Yönü (MGM)

Ay	Hâkim Yön
Ocak	DKD
Şubat	DKD
Mart	BKB
Nisan	BKB
Mayıs	BKB
Haziran	BKB
Temmuz	BKB
Ağustos	BKB
Eylül	BKB
Ekim	BGB
Kasım	BGB
Aralık	DKD

Gaziantep meteoroloji istasyonunda kaydedilen uzun dönem meteorolojik verilere göre, Gaziantep'te yıl. ort. bağ. nem %60,7'dir. En yüksek ort. bağ. nem değeri %75,7 ile Ocak ayında gözlemlenirken, en düşük nem oranı ise %44,1 ile Temmuz ayında kaydedilmiştir.⁴⁸

Veri ve Yöntem

Bu çalışma NASA'ya ait Landsat 8 OLİ/TIRS Collection 2 Level 1 (Landsat 8 OLİ/TIRS C2 L1) uydu görüntüleri ve Avrupa Birliğinin internet tabanlı veri sağlayıcısı COPERNICUS sitesinden CORINE (Coordination of Information on the Environment) projesine ait Arazi Yüzey/Arazi Kullanım verilerinden faydalanarak hazırlanmıştır. Uydu görüntüleri işlenirken ArcGIS 10.5 programı kullanılmıştır.

Çalışma alanının hem zaman hem de mekân ölçeğinde değişimini daha iyi gösterebilmek adına 2013 ve 2023 yıllarına ait Temmuz Ayı verileri kullanılmıştır (Çizelge 3).

⁴⁸ Ahmet Korkmaz vd., "Environmental and social impact assessment for Kartaldağı Wind Farm Project in Gaziantep Province, Turkey". *AECOM*, (2017).

Temmuz ayının seçilme nedeni ise Gaziantep'in en sıcak ve en düşük nem oranına sahip ayı olmasıdır.

Çizelge 3: Kullanılan Uydu Görüntüleri Özellikleri

Landsat 8 Uydu Görüntüleri		
Tarih	20.07.2013	24.07.2023
Saat	08.11	08.09
Wrs_Path	174	174
Wrs_Row	34	34
Bulut Yoğunluğu (Cloud_Cover)	1.12	0.05

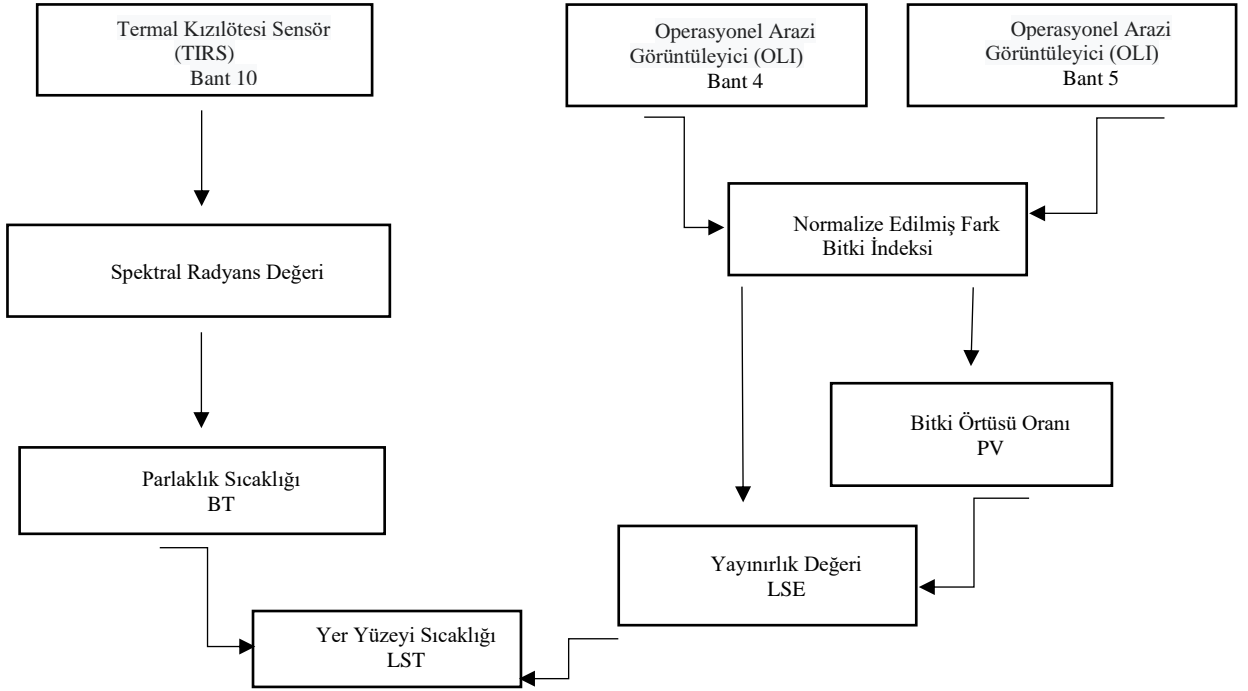
Landsat 8 uydusuna ait Gaziantep il sınırlılarını içeren temmuz ayı “metadata” dosyaları içerisinde uydunun o güne ait bant görüntülerinden OLI Bant 4, Bant 5 ve TIRS Bant 10 kullanılarak haritalar hazırlanmıştır (Çizelge 4). Bunlardan Bant 4 ve Bant 5 görüntülerinden faydalanılarak NDVI (Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksi) belirlenmiş, Termal bantlardan olan Bant 10'nun DN (Piksel Değeri)' den faydalanılarak Spektral Radyans Değeri belirlenmiştir.

Bant 10'nun DN (Piksel Değeri) den faydalanılarak elde edilen spektral radyans değeri kullanılarak bölgenin BT (Parlaklık Sıcaklığı) haritası oluşturulmuştur. Bu haritanın oluşturulması için gerekli olan K1 ve K2 değişkenleri ise uydu meta verisinden elde edilerek işleme dahil edilmiştir. BT değeri Kelvin cinsinden olduğu için değerler bir formül yardımıyla Celsius'a dönüştürülmüştür.⁴⁹

Bant 4 ve Bant 5 değerlerinden elde edilen NDVI verisi üzerinden PV (Bitki Örtüsü Oranı) belirlenmiştir. Daha sonra PV değeri ise LSE (Yayınırılık) değerlerine dönüştürülmüştür.

⁴⁹ Zhao-Liang Liv vd., “Satellite-derived land surface temperature: Current status and perspectives”. *Remote Sensing of Environment* 131 (2013), 14-37.

Çizelge 4: Verilerin İşlenmesi Sırasında İzlenen Akış Şeması haritaları oluşturulmuştur.



Çalışmada kullanılan formüller ise;

1. *Piksel değerinin (DN) Spektral Radyans Değerine Dönüştürülmesi:*

$$L\lambda = ML * Q_{cal} + AL$$

2. *Spektral Radyans Değerinin Parlaklık (BT) Değerine Dönüştürülmesi*

$$BT = K_2 / (\ln(K_1/L_\lambda + 1)) - 273,15$$

3. *Normalize Edilmiş Fark Bitki İndeksinin (NDVI) Belirlenmesi*

$$NDVI = (\text{Yakın Kızıl ötesi} - \text{Kırmızı}) / (\text{Yakın Kızıl ötesi} + \text{Kırmızı})$$

4. *Bitki Örtüsü Oranının (PV) Belirlenmesi*

$$PV = (NDVI - NDVI_{min} / NDVI_{max} - NDVI_{min})^2$$

5. *Yayınrlık (LSE) Değerlerinin Belirlenmesi*

$$\epsilon = \epsilon_v \lambda PV + \epsilon_s \lambda (1 - PV) + C\lambda$$

6. *Yer Yüzei Sıcaklığının (YYS) Değerlerinin Belirlenmesi*

$$LST = BT / ((1 + ((w * BT) / \rho) * \ln(\epsilon)))$$

Bu işlemler akış şemasında gösterildiği gibi ArcGIS10.5 programı üzerinden aşağıdaki formüller kullanılarak YYS haritaları oluşturulmuştur.

$$\text{Radyans: } 0.0003342 * \text{"Bant10"} + 0.1$$

$$\text{BT: } 1321.0789 / \text{Ln}(774.8853 / \text{"Radyans"} + 1) - 273.15$$

$$\text{NDVI: } \text{Float}(\text{"Bant5"} - \text{"Bant4"}) / \text{Float}(\text{"Bant5"} + \text{"Bant4"})$$

$$\text{PV: } \text{Square}(\text{"NDVI"} + \text{NDVI}_{\text{min}} / \text{NDVI}_{\text{max}} - \text{NDVI}_{\text{min}})$$

$$\text{E: } 0.004 * \text{"PV"} + 0.986$$

$$\text{LST: } \text{"BT"} / 1 + \text{"Bant10"} * (\text{"BT"} / 14380) * \text{Ln}(\text{"E"})$$

Avrupa Birliğinin internet tabanlı veri sağlayıcısı COPERNİCUS sitesinden CORINE Arazi Yüzeysel/Arazi Kullanım verileri indirilmiş ve ArcGIS 10.5 programı üzerinden harita oluşturulmuştur.

Bulgular

Elde edilen veriler ışığında Gaziantep'e ait hem 2013 hem de 2023 yılına ait "Temmuz Ayı Ortalama Sıcaklık Haritaları" incelendiğinde; kent merkezlerinde ısı adası oluşumunun zayıf kaldığı gözlemlenmiştir. Bu anlamda KIA ile ilgili geçmiş çalışmalar incelenmiş ve bu durumun kurak veya yarı kurak iklimlere sahip kent merkezlerinde oluşabileceği bilgisine ulaşılmıştır.^{50 51 52} Ayrıca kullanılan uydu görüntülerinin sabah saatlerine ait olması kent merkezindeki yer yüzeyi sıcaklıkları ile ilgili değerlerin günün ilerleyen vakitlerindeki değerlerden daha farklı olarak gözlemlenmesine neden olduğu göz önünde bulundurulmuştur. Kent merkezindeki yoğun yapı stoğu ve bu yapıların gündüz saatlerinde oluşturdukları gölgeler nedeniyle, uydu görüntülerinde kent merkezinin çevreye oranla daha serin olması durumu açıklanabilmektedir. Yapıların gündüz saatlerinde oluşturdukları gölge ve bu gölgelik alanların gündüz sıcaklıklarına yansımaları üzerine birçok çalışma bulunmaktadır.^{53 54 55 56 57}

Literatürde çok az sayıda kurak veya yarı kurak iklimlere ait çalışma bulunmaktadır. Bu durum yapılan çalışmanın önemini arttırmaktadır. Geçmişte yapılan çalışmalar ve bu çalışmaların inceleme alanlarına ait iklim tipini listeleyen Rasul vd. (2016), yapılan çalışmaların büyük çoğunluğunun nemli iklim bölgelerine ait olduğunu göstermektedirler (Çizelge 5).

⁵⁰ Haashemi vd., "Seasonal variations of the surface urban heat island in a semi-arid city". 352.

⁵¹ Lazzarini vd., "Urban climate modifications in hot desert cities: The role of land cover, local climate, and seasonality". 9980-9989

⁵² Azad Rasul vd., "Diurnal and seasonal variation of surface urban cool and heat islands in the semi-arid city of Erbil, Iraq". 42.

⁵³ Reza Ramyar vd., "Exploring reconfiguration scenarios of high-density urban neighborhoods on urban temperature: The case of Tehran (Iran)". *Building and Environment* 160 (2019), 106-215.

⁵⁴ Yan Kestens vd., "Modelling the variation of land surface temperature as determinant of risk of heat-related health events". *International Journal of Health Geographics* 10/1 (2011), 7.

⁵⁵ Winston Chow ve Matthias Roth, "Temporal dynamics of the urban heat island of Singapore". *International Journal of Climatology* 26/12 (2006), 2243-2260.

⁵⁶ Sham Sani, "Urban climatology in Malaysia: An overview". *Energy and Buildings* 15-16 (1990-1991), 105-117.

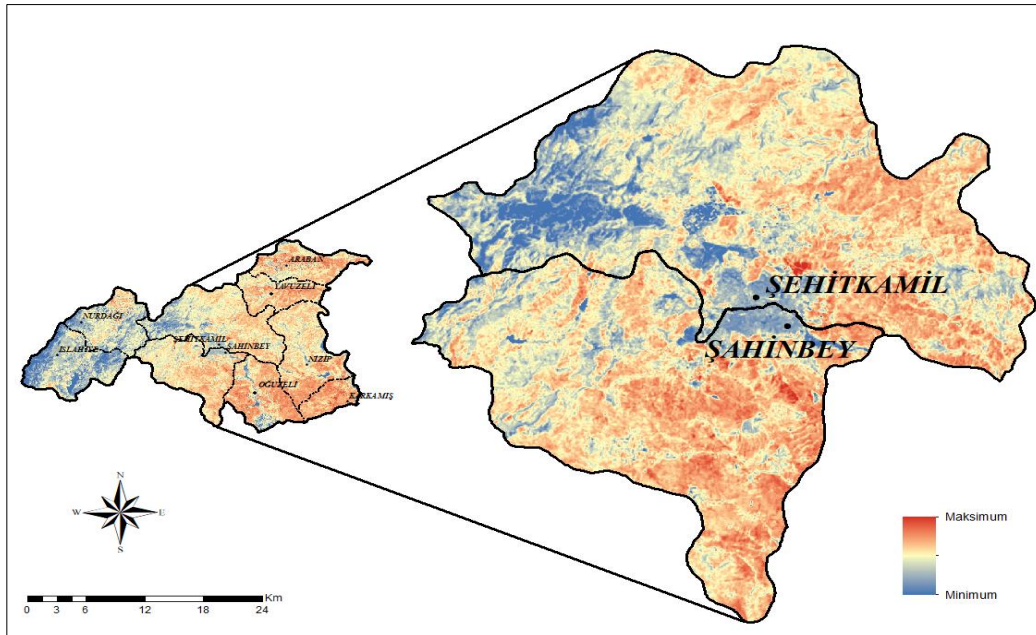
⁵⁷ Matei Georgescu vd., "An alternative explanation of the semiarid urban area 'oasis effect.'". *Journal of Geophysical Research* 116 (2011)

Çizelge 5: KIA ve KSA ile İlgili Geçmişte Yapılmış Çalışmalar ve Bu Çalışmaların Ait Olduğu İklimler⁵²

Alanı	Çalışma	İkl	Referans	Yaklaş	KIA/ KSA °C
Polonya	Lódz,	Cf b: Ilıman Okyanusal İklim	Klysik ve Fortuniak	Hava durumu istasyonu verileri	12
Hong Kong, Çin	Hong Çin	Cf a: Nemli Subtropikal İklim	Memon ve ark.	Hava durumu istasyonu verileri	10.5
Manchester, Birleşik Krallık	Manchester Birleşik	Cf b: Ilıman Okyanusal İklim	Knight ve ark.	Modelle	10
Londra, Birleşik Krallık	Londra, Birleşik	Cf b: Ilıman Okyanusal İklim	Kolokotr oni ve Giridharan	Hava durumu istasyonu verileri	8.6
Tokyo, Japonya	Tokyo, Japonya	Cf a: Nemli Subtropikal İklim	Saitoh ve ark.	Modelle	8
Vancouver, Kanada	Vancouver Kanada	Cs b: Ilıman Yaz Akdeniz İklimi	Roth ve ark.	Uydu verileri	7.5
Singapur	Singapur	Af: Tropikal Yağmur Ormanı İklimi	Roth Chow ve	Hava durumu istasyonu verileri	7.1
Birmingham, Birleşik Krallık	Birmingham Birleşik	Cf b: Ilıman Okyanusal İklim	Tomlinson ve ark.	Uydu verileri	5
Atina, Yunanistan	Atina, Yunanistan	Cs a: Yazları Kurak Subtropikal İklim	Stathopoulou ve Cartalis	Uydu verileri	3.3
Granada, Nikaragua	Granada, Nikaragua	Aw : Tropikal Savan İklimi	Montavez ve ark.	Hava durumu istasyonu verileri	-2.0
Okayama, Japonya	Okayama Japonya	Cf a: Nemli	Shigeta ve ark.	Hava durumu	-2.0

		Subtropikal İklim		istasyonu verileri	
İrak	Erbil,	BS h: Sıcak Step İklimi (Subtropikal Yarı Kurak)	ark.	Rasul ve verileri	Uydu -3.9
İran	Tahran,	BS k: Soğuk Step İklimi (Subtropikal Yarı Kurak)	i ve ark.	Haashem verileri	Uydu -4
BAE (Birleşik Arap Emirlikleri)	Dubai,	B Wh: Sıcak Çöl İklimi (Subtropikal Çöl)	ark.	Frey ve verileri	Uydu -5
Dabi, (Birleşik Emirlikleri)	Abu BAE Arap Emirlikleri)	B Wh: Sıcak Çöl İklimi (Subtropikal Çöl)	ve ark.	Lazzarini verileri	Uydu -6

Yıllara ait değerlendirmeler tek tek ve nihayetinde birlikte yapıldığında şu sonuçlar elde edilmiştir: 2013 yılına ait yüzey sıcaklıkları ile ilgili harita incelendiğinde; maksimum yüzey sıcaklığı 52,9 °C ile Şehitkâmil ilçesinde kent merkezine yakın bir alanda gözlemlenmiştir (Şekil 4).

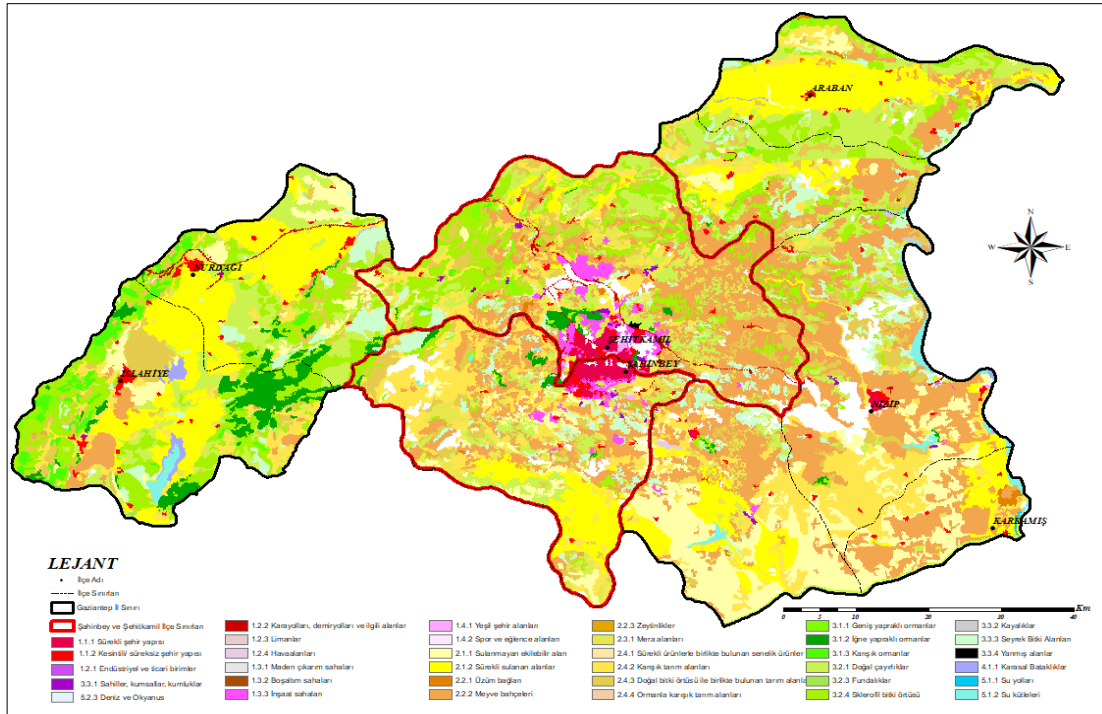


Şekil 4: 2013 Yılı Temmuz Ayı Ortalama Sıcaklık Haritası

Söz konusu bölgenin konumu 37°25'25,641"D 37°6'35,096"K ve etiketi 1.3.3.İnşaat Sahaları, 3.3.4 Yanmış alanlar ve 1.1.2 Kesintili/Süreksiz Şehir Yapısı olarak tespit edilmiştir (Şekil 5). Minimum sıcaklık değeri ise 26,1°C ile 37°16'19,137"D 37°4'31,705"K koordinatlarına sahip Alleben Göleti olarak tespit edilmiştir.

2013 yılına ait haritada Şehitkâmil ilçe merkezinin kuzeydoğusunda bir ısı birikim alanı gözlemlenmiştir. Bu ısı birikim alanının denk geldiği bölge, “Arazi Kullanım Sınıfları Haritası” üzerinde yeniden konumlandırıldığında lejanttaki 1.3.3 İnşaat sahaları, 3.2.1 Doğal çayırliklar ve 3.3.4 Yanmış alanlara (3.3. Bitki Örtüsü ile Kaplı Olmayan veya Az Miktarda Bitki Örtüsü ile Kaplı Açık Alanlar) denk geldiği tespit edilmiştir (Şekil 5).

2013 yılına ait haritada Şahinbey ilçesi değerlendirildiğinde ise; Şahinbey ilçe merkezinin güney ve güneydoğusu (Oğuzeli ilçe sınırına yakın bölgede) nispeten çevresine göre daha sıcak kabul edebileceğimiz değerler göstermiştir. Bu bölgeleri Corine 2019'a göre konumlandırırdığımızda bu bölgenin 3.3.3 Seyrek Bitki Alanlarına denk geldiği tespit edilmiştir (Şekil 5).



Şekil 5: Corine 2019 Arazi Sınıfları Haritası

Hem Şahinbey hem de Şehitkâmil ilçe merkezleri incelendiğinde ise kentsel ısı adasının zayıf kaldığı gözlemlenmektedir. Bu anlamda yapılan araştırma sonucunda; ilçe merkezlerindeki zayıf ısı adası etkisi veya negatif ısı adası varlığı yüksek binaların gündüz saatlerinde oluşturdukları gölge ile ilgili olabileceğini ortaya koyan birçok çalışmaya ulaşılmıştır. Sani⁵⁸, “Urban climatology in Malaysia: An overview” adlı çalışmasında; öğleden önce yapılan değerlendirmelerde kent merkezlerinde negatif ısı adaları gözlemlendiği ve bunun temelinde binaların bu bölgelerde yapmış oldukları gölgeleme etkisi olduğunu söylemiştir. Chow ve Roht⁵⁹, negatif ısı adalarının, özellikle yüksek binaların bulunduğu ‘Merkezi İş Bölgesi’nde gündüz saatlerinde tespit edildiği bildirilmiştir. Negatif ısı adası oluşumunun bu

⁵⁸ Sani, “Urban climatology in Malaysia: An overview”, 105-117.

⁵⁹ Chow-Roth, “Temporal dynamics of the urban heat island of Singapore”, 2243–2260.

bölgede ve sabah saatlerinde gözlenmesinin nedeninin de merkezdeki yapı stoğunun oluşturduğu gölgelik alan olduğu belirtilmiştir. Kestens vd.,⁶⁰ bina yapı yoğunluğunun oluşturmuş olduğu gölgelemenin kent merkezlerinde gündüz saatlerinde sıcaklıkların daha düşük çıkmasındaki nedenlerden biri olduğu belirtilmiştir. Georgescu vd.,⁶¹ geniş yapraklı ağaçların ve binaların gölge oluşturarak gün içerisinde alınan toplam güneş radyasyonunun azalması yönünde etki yaptığı belirtilmiştir. Ramyar vd.,⁶² şehirlerde sıcaklıkların azaltılması için yeniden yapılanma üzerine bazı çalışmalar yapmışlar ve bu çalışmalar doğrultusunda uzun binalardan ve geniş sokaklardan oluşan alanların hem havalandırma (rüzgâr esme sıklığı, şiddeti vb.) hem de binaların oluşturacağı yapay gölge alanlarının daha serin kentlere sahip olabilme imkânı sunabileceği sonucuna ulaşmışlardır.

Ayrıca kent merkezi için alınan Open Street Map görüntüleri de sabah saatlerindeki gölge durumunu net olarak ortaya koymaktadır (Şekil 6 ve Şekil 7).



Şekil 6: Kent Yapı Stoğunun Güneyden Görünümü ve Yapı Stoğuna Ait Temmuz Ayı GMT +3 08:00 İtibariyle Oluşan Gölge

Corine 2019 ile karşılaştırıldığında ilçe merkezlerinin denk geldiği arazi kullanım alanı ve arazi yüzey örtüsü (LULC); 1.1.1 Sürekli Şehir Yapısı, 1.1.2 Kesintili/Süreksiz Şehir Yapısı, 1.2.1 Endüstriyel ve Ticari Birimler, 1.4.1 Yeşil Şehir Alanları, 3.1.2 İğne Yapraklı Ormanlar, 1.4.2 Spor ve Eğlence Alanları özelliklerine sahip olduğu gözlemlenmektedir (Şekil 5)

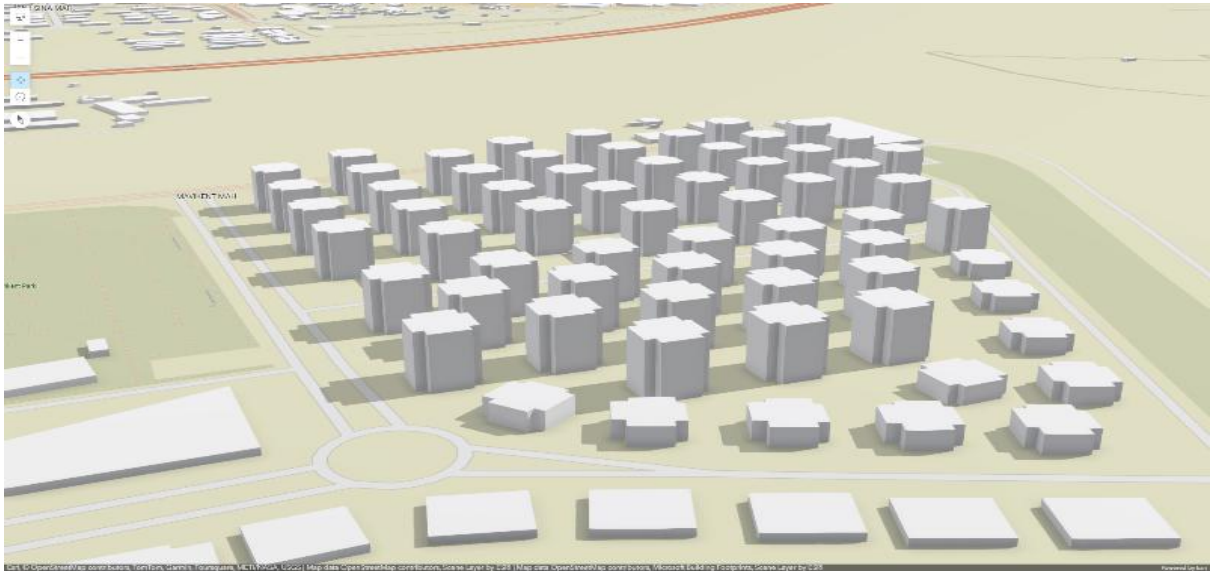
Kentsel serin alanların en net gözlemlendiği yer ise Şehitkâmil sınırları içerisinde yer alan ve ilçe merkezinin kuzeybatısına denk gelen 3.2.1. İğne Yapraklı Orman alanıdır. Aynı konum bilgisine sahip alan USGS'nin sitesinden incelendiğinde buranın Dülükbaba Tabiat Parkı ve devamında Erikçe Ormanı'nın bulunduğu alana denk geldiği tespit edilmiştir.

⁶⁰ Kestens vd., "Modelling the variation of land surface temperature as determinant of risk of heat-related health events".

⁶¹ Georgescu vd., "An alternative explanation of the semiarid urban area 'oasis effect'".

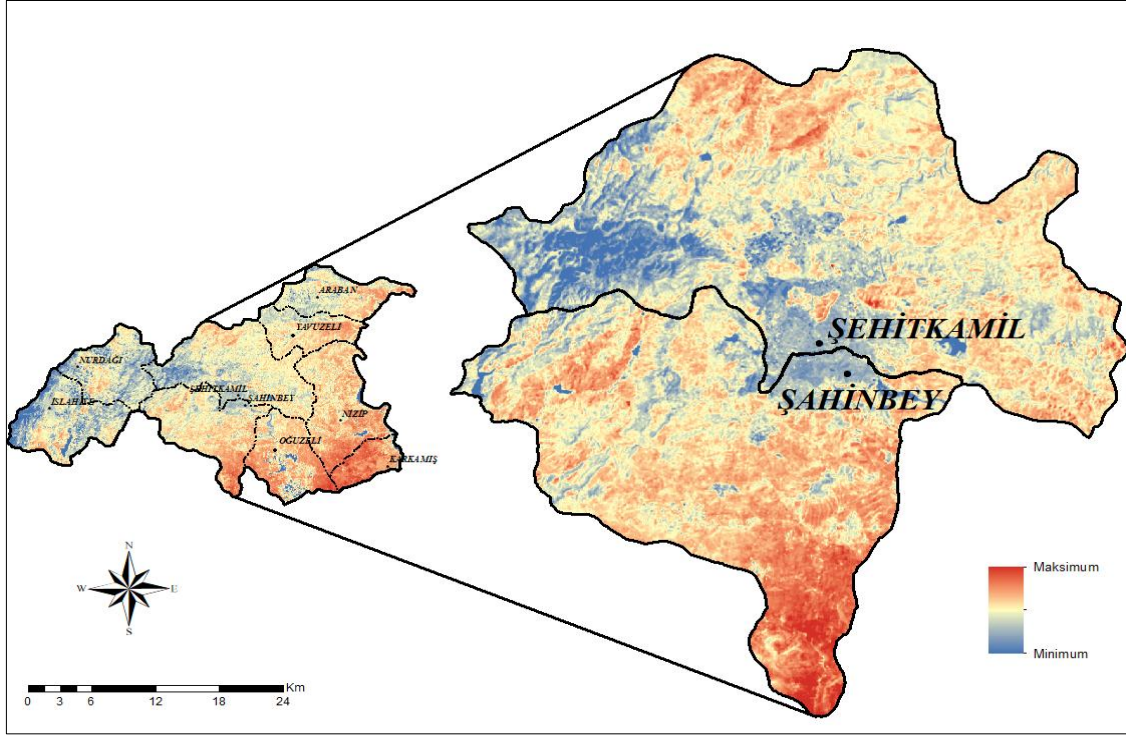
⁶² Ramyar vd., "Exploring reconfiguration scenarios of high-density urban neighborhoods on urban temperature: The case of Tehran (Iran)", 106-215.

Şahinbey’de ise aynı özelliklere sahip bir negatif ısı adasını bu defa ilçe merkezinin güneybatısında gözlemlenmiştir. Bu alan ise yine lejantta 3.1.2 İğne Yapraklı Ormanlar etiketine sahip olduğu tespit edilmiştir. USGS’nin sitesinde ESRI World Imagery haritasından faydalanarak aynı konum bilgileri girilip bakıldığında bu alanın bir başka kent ormanı olan Burç Tabiat Parkı’na denk geldiği tespit edilmiştir. Ayrıca düşük sıcaklıkların en net gözlemlendiği yer, Şahinbey sınırları içinde kalan Alleben Göleti ve çevresindeki Rekreasyon alanına denk gelmektedir. 2013 yılına ait en düşük yüzey sıcaklığı ise 26 °C olarak yine bu bölgede tespit edilmiştir. Corine 2019 haritasında bu bölge “5.1.2 Su Kütleleri” etiketi ile belirtilmiştir. Bunlara ek olarak 1.3.1 Maden çıkarım sahaları etiketli alanların hem Şahinbey hem de Şehitkâmil ilçelerinde yerel negatif ısı adaları oluşturduğu tespit edilmiştir.



Şekil 6: Mavikent Toplu Konut Alanına Ait Temmuz Ayı GMT +3 08:00 İtibariyle Oluşan Gölge

2023 yılına ait yüzey sıcaklıkları ile ilgili harita incelendiğinde; Maksimum yüzey sıcaklığı 45,5 °C ile Şehitkâmil ilçesinde kent merkezine yakın bir alanda gözlemlenmiştir (Şekil 8). Söz konusu bölge 37°22'30,482"D 37°8'37,935"K koordinatlarında ve “1.2.1 Endüstriyel ve Ticari birimler” etiketine sahip Gaziantep Organize Sanayi Bölgesi'dir. Minimum sıcaklık değeri ise 19,7 °C ile 37°22'29,169"D 37°8'38,951"K koordinatlarına sahip Hacıarslan Göleti olarak tespit edilmiştir.



Şekil 7: 2023 Yılı Temmuz Ayı Ortalama Sıcaklık Haritası

2023 yılına ait yüzey sıcaklıkları haritası ve 2013 yüzey sıcaklıkları haritası karşılaştırıldığında; 2013 haritası ile maksimum ve minimum sıcaklık değerlerinin tespit edildiği yerlerin benzerlik gösterdiği ve kent genelinde ise negatif kentsel ısı adası etkisinin daha da kuvvetlendiği tespit edilmiştir. Söz konusu benzerlik ve farklıklar sıralandığında;

Benzerlikler:

- Maksimum yüzey sıcaklığının gözlemlendiği yerler; Şehitkâmil ilçe merkezinin kuzeydoğusu ve Şahinbey ilçe merkezinin güney ve güneydoğusu şeklinde karşımıza çıkmaktadır.

- Minimum sıcaklık değerlerinin dağılış alanları; Kent ormanlarının oluşturmuş olduğu İğne Yapraklı Orman örtüsünün yayılış gösterdiği, Şehitkâmil için Dülük Baba Tabiat Parkı ve Erikçe Ormanı, Şahinbey için Gerciğin Mahallesi ve Burç Ormanı olarak tespit edilmiştir.

- Su kütlelerinin serinletici etkisini 2013'de olduğu gibi 2023'de de gözlemlemekteyiz. Söz konusu su kütleleri; Hacıarslan Göleti, Burç Göleti, Zülfikar Göleti, Alleben Göleti olarak karşımıza çıkmaktadır.

- Yine 2023 yılında da “1.3.1 Maden çıkarım sahaları” etiketli alanların hem Şahinbey hem de Şehitkâmil ilçelerinde yerel negatif ısı adaları oluşturduğu tespit edilmiştir.

Farklılıklar:

- Kentsel serin alanların bariz bir şekilde genişlediği, sadece kent merkezi değil merkezin çevresinin de artık negatif ısı adası alanına girdiği tespit edilmiştir.
- 2013 yılından farklı olarak kent merkezinde yeni bir düşük sıcaklık alanı tespit edilmiştir. Söz konusu bölge Şehitkâmil ilçe merkezinin doğusunda yer almaktadır.
- Şehitkâmil ilçe merkezinin kuzeydoğusuna denk gelen KIA etkisi ise 2023 yılındaki yüzey sıcaklık dağılışı haritasında belirgin bir zayıflama göstermiştir.
- Şahinbey ilçe merkezinin güney ve özellikle güney doğusuna denk gelen bölgede gözlemlenen KIA etkisinin de 2013'e oranla azaldığı tespit edilmiştir.

Sonuç

İklim Değişikliği 1850'lerden günümüze insanın doğa üzerindeki etkisinin bir yansıması olarak karşımıza çıkmaktadır. İklim Değişikliği, iklimle ilgili tüm parametrelerdeki (sıcaklık, basınç, yağış, rüzgâr vd.) değişimi ifade etse de günümüzde en çok sıcaklıklarla ilgili değişiklik ilgimizi çekmektedir. Çünkü sıcaklıklarda meydana gelecek olası bir değişiklik geriye kalan tüm parametrelerdeki değişikliğin ana nedeni olacaktır. Her ne kadar İklim Değişikliğinde meydana gelen sıcaklık değişimi sıcaklıkların artması yönünde olsa da dünyanın belli başlı bölgelerinde bu değişiklik sıcaklıkların azalması yönünde de gerçekleşmektedir. İklim dünya olduğu ilk günden bu yana daima değişmektedir. Fakat günümüz iklim değişikliği; 1850 itibarıyla sanayileşmenin fazlaca kaynak tüketimine (özellikle fosil yakıtlar) neden olması, insanın bu doğal süreci bozması ve değişkenliğin son 1400 yıldan çok daha hızlı gerçekleşmesine neden olmasıdır. Yani günümüz iklim değişikliği antropojen kaynaklıdır.

Antropojen kaynaklı bu iklim değişikliğinin en önemli aktörü ise kentsel mekânlar olarak karşımıza çıkmaktadır. Kentlerde yaşayan nüfusun hızla artmasıyla birlikte kentsel arazi yüzeylerinde belirgin değişiklikler meydana gelmektedir. Özellikle kent merkezlerinde meydana gelen bu yüzey örtüsü değişiklikleri gün içindeki ısı emilimini arttırmakta ve dünya enerjisi bütçesinde ısı birikimi, dolayısıyla da sıcaklık artışı şeklinde bizlere yansımaktadır. Bunlara ek olarak binaların birbirilerine göre konumu, binaların çatı renkleri, bina yapı malzemesi vb. insan eliyle oluşturulmuş peyzajlar bu durumu daha da olumsuz bir aşmaya taşımaktadır. Kentleşmenin yoğun olduğu alanlarda bu etki daha da kuvvetlenmektedir. Bu doğrultuda kentlerdeki hava sıcaklıklarının, bunları çevreleyen alanlardan daha yüksek olduğu ortaya konulmaktadır. Her geçen gün kentsel alanlar kırsala kıyasla hem daha sıcak olmakta hem de daha az rüzgârlı olmaktadır. Büyük şehirlerde özellikle sanayi tesislerinin her geçen gün çoğalması bununla birlikte nüfusun ve şehirleşme oranının hızla artması YYS'nin artmasına neden olan en önemli etmen olarak karşımıza çıkmaktadır. Adana, Afyonkarahisar, Ankara, İstanbul, İzmir, Kocaeli, Muş gibi ülkemizin farklı şehirlerinde yapılan çalışmalarda ortak nokta, özellikle şehirsiz alanlar ve sanayi tesislerinin yoğun olduğu sahalarda yüksek, vejetasyonun yoğun olduğu alanlarda ve su yüzeylerinde ise düşük YYS'lerin ortaya çıktığını göstermektedir.^{63 64}

Kentleşme olgusu Türkiye'de de dünya ile paralel olarak devam etmektedir. Artan nüfus ve bu nüfusun getirmiş olduğu hızlı tüketim kentsel alanların her geçen gün daha da büyümesine neden olmaktadır. Ayrıca insanların daha iyi yaşam koşullarına ulaşma istekleri,

⁶³ Nurullah Gökdemir, *Yapay Su Yapılarının Yer Yüzey Sıcaklığı Değişimine Olan Etkilerinin Meteorolojik Veriler ve Uydu Görüntüleri ile Araştırılması: Afyonkarahisar Örneği* (Zonguldak: Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi ,2020), 79.

⁶⁴ Behnam Khorrami ve Orhan Gündüz, "Uzaktan Algılama ve CBS'nin Yüzey Sıcaklığı ve Kentsel Isı Adası Tespit ve Analizinde Uygulanması". *Meteorolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, (Antalya: 11-15 Kasım,2019).

kentlerin hizmet alt yapısı ve sunduğu iş imkânlarıyla insanların kırdan kente göç etmesine neden olmaktadır. Ülkemizde geçmişte meydana gelmiş olan hızlı nüfus artışı ve kırsaldan göç olgusuna bağlı hızlı bir kentleşme yaşanmış ve günümüzde de hala devam etmektedir. Kentleşmenin bu denli hızlı olması plansız bir büyümeye neden olmaktadır. Kentleşmenin bu denli hızlı seyretmesi kentlerde çevresel sorunları artırmakta ve kentsel yeşil alan miktarını kısıtlamaktadır. Kentlerde su yüzeylerinin ve yeşil ekosistemlerin azalması; beton ve asfalt gibi geçirimsiz yüzeylerin artması gibi nedenlerle meteorolojik unsurlar değişerek bölgesel ve yerel boyutta iklim değişimine neden olmaktadır. Bunun sonucunda kentler kendilerine has bir iklime sahip alanlara dönüşmektedir. Kentlerdeki bu farklı ısınma alanları kentsel ısı adası olarak ifade edilmektedir.

2013 yılına ait yer yüzü sıcaklık haritası incelendiğinde hem Şahinbey hem de Şehitkamil ilçesinde kentsel ısı adası oluşumları gözlemlenmiştir. Bu alanlar genel olarak inşaat sahaları, doğal çayırliklar ve yanmış alanlara (bitki örtüsü ile kaplı olmayan veya az miktarda bitki örtüsü ile kaplı açık alanlar) ve seyrek bitki alanlarına denk geldiği tespit edilmiştir.

2023 yılına ait YYS (Yer Yüzeyi Sıcaklığı) haritasında ise aynı bölgelerde ve aynı etiketlere sahip alanlarda kentsel ısı adası oluşumu gözlemlenmiştir. Fakat 2013 yılından farklı olarak 2023'te kentsel ısı adaları daha dar bir alanda kendine yer bulmuştur. Negatif ısı adalarına bakıldığında ise hem 2013 hem de 2023 yıllarında sürekli şehir yapısı, kesintili/süreksiz şehir yapısı, su kütleleri, endüstriyel ve ticari birimler, yeşil şehir alanları, iğne yapraklı ormanlar, spor ve eğlence alanları etiketli alanlara denk geldiği tespit edilmiştir. Bu alanlar 2013 yılına ait haritada dar bir negatif kentsel ısı adası oluştururken, 2023'te bu alanlar oldukça genişlemiştir. Bu farklılığı Gaziantep kentinin yapı stoğunda 2013 yılından 2023'e kadar meydana gelen değişimlerle açıklamamız mümkündür. Yapı yoğunluğundaki artış gündüz binaların gölgelemeleri nedeniyle ortaya çıkan negatif ısı adası kavramını güçlendirmiştir. Ayrıca kent peyzajında kent ormanları ve kent içi yeşil alanlardaki alansal büyüme de yüzey sıcaklıklarının düşmesine ve negatif ısı adası durumunun güçlenmesine neden olmuştur.

İlçe merkezlerine çokta uzak olmayan "Kent Ormanları" olarak tabir edeceğimiz alanlar Gaziantep şehrinin enerji bilançosundaki denge unsuru olarak karşımıza çıkmaktadır. Şehitkâmil için Erikçe Ormanı ve Dülükbaba Tabiat Parkı, Şahinbey için ise Burç Tabiat Parkı ve Gerciğin Mahallesi kent içi yeşil alanları oluşturmaktadır. Ayrıca açık su yüzeyleri içinde Hacıarslan Göleti, Burç Göleti, Zülfikar Göleti ve Alleben Göleti'nin önemli alanlar olduğunu söylememiz mümkündür.

Kentsel alanların, iklim üzerine etkisi değerlendirildiğinde ortaya çıkan sonuçların çoğu zaman yıkıcı ve bozucu olduğu söylenebilir. Bu anlamda kentsel alanların planlanmasına yönelik araştırmalar son yıllarda artış göstermiştir. Çalışma sayısının artmasına karşın; kent planlamacılarının iklim sistemini iyi bilmemeleri, mevcut meteorologların, iklim bilimcilerin, coğrafyacıların vd. ise kent planlamasında etkin görev alamamaları bu durumu zora sokmaktadır. Bu bağlamda kent planlamacılar meteorologlar, iklim bilimciler ve coğrafyacılar ile birlikte çalışmalıdır. Bu anlamda Kentsel Termal Konfor Haritaları ve Kent İklim Haritaları oluşturulmalıdır.

Kent Ormanları yaygınlaştırılmalı, kentsel planlamalarda kent ormanlarına daha fazla bütçe ayrılmalıdır. Kent planlamasında yetkili kurum ve kuruluşlar ekolojik koridorlar inşa etmeyi teşvik etmeli ve kentsel alanlar ile komşu alanlar arasında enerji ve kütle transferini kolaylaştırılmalıdır. Ayrıca, konut, ticari ve endüstriyel binalarda yeşil alanların kurulması ve iyileştirilmesine odaklanılmalıdır.

Bitki örtüsü, buharlaşma kaynaklı soğutma etkisi ve gölge etkisi nedeniyle özellikle gündüzleri yüzey sıcaklıklarını önemli ölçüde azaltmaktadır. Bu nedenle, ticari, konut ve

endüstriyel sektörlerde bitki örtüsü oranını artırmak şiddetle önerilmektedir. Karar vericilerin ve kentsel planlamacıların kentleşme faaliyetlerinin etkisini göz önünde bulundurarak etkili ve uygun önlemler almasını sağlayacak politikalar ve düzenlemeleri oluşturması gerekmektedir.⁶⁵

Kentsel alanlardaki düzenlemelerin iklimle uyumlu bir şekilde yapılması ve kentsel dönüşüm alanlarının yeniden yapılanmasında iklim faktörünün öncelikli olması oldukça önemlidir. Bu bağlamda kentsel iklimin daha fazla araştırılmaya konu edilmesi ve kent ısı adaları konusunda disiplinler arası çalışmaların artırılması gerekmektedir.

Kaynakça

- Akçakaya, A., Sümer, U. M., Demircan, M., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Gürkan, H., Yazıcı, B., Kocatürk, A., Şensoy, S., Bölük, E., Arabacı, H., Açar, Y., Ekici, M., Yağan, S., ve Çukurçayır, F. “Yeni senaryolar ile Türkiye iklim projeksiyonları ve iklim değişikliği (TR2015-CC)”. Meteoroloji Genel Müdürlüğü Araştırma Dairesi Başkanlığı, Klimatoloji Şube Müdürlüğü, 2015.
- Arnfield, A. J. “Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island”. *International Journal of Climatology* 23/1 (2003), 1-26. <https://doi.org/10.1002/joc.859>
- Aykır, D. “Türkiye’de ekstrem sıcaklık indislerinin eğilimlerinde şehirleşmenin etkisi”. *Türk Coğrafya Dergisi* 69 (2017), 47–57. <https://doi.org/10.17211/tcd.306742>
- Chow, W. T. L., ve Roth, M. “Temporal dynamics of the urban heat island of Singapore”. *International Journal of Climatology* 26/12 (2006), 2243–2260. <https://doi.org/10.1002/joc.1364>
- Çobanyılmaz, P., ve Yüksel, Ü. D. “Kentlerin iklim değişikliğinden zarar görebilirliğinin belirlenmesi: Ankara Örneği”. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi* 17/3 (2013), 39-50. <https://doi.org/10.19113/sdufbed.15790>
- Connors, J. P., Galletti, C. S., ve Chow, W. T. “Landscape configuration and urban heat island effects: assessing the relationship between landscape characteristics and land surface temperature in Phoenix, Arizona”. *Landscape Ecology* 28 (2013), 271-283. <https://doi.org/10.1007/s10980-012-9833-1>
- CORINE Land Cover/Land Use, Erişim Tarihi: 10.02.2024. <https://land.copernicus.eu/en/products/corine-land-cover>.
- Demirci, M. “Kentsel iklim değişikliği yönetimi”. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi* (2015), 75-100. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9369-5>
- Doulos, L., Santamouris, M., ve Livada, I. “Passive cooling of outdoor urban spaces. The role of materials”. *Solar Energy* 77/2 (2004), 231–249.
- Du, H., Song, X., Jiang, H., Kan, Z., Wang, Z., ve Cai, Y. “Research on the cooling island effects of water body: A case study of Shanghai, China”. *Ecological Indicators* 67 (2016), 31-38. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.02.040>
- Erdem, N., ve Emecen, Y. “Kent iklimi üzerinde yeşil alanların etkileri”. *Peyzaj Araştırmaları*

⁶⁵ Nidal Hussein ve Mohammed Assaf, “Assessment of spatial and temporal distribution of Urban Heat Islands (UHI) in semi-arid climate”. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 31/1 (2023), 52-66.

ve *Uygulamaları Dergisi* 1/2 (2019).

ESRİ, OpenStreetMap, World basemap, Erişim Tarihi: 30.10.2024. <https://www.arcgis.com>.

Ezber, Y., Sen, O. L., Kindap, T., ve Karaca, M. “Climatic effects of urbanization in Istanbul: A statistical and modeling analysis”. *International Journal of Climatology* 27/5 (2007), 667–679. <https://doi.org/10.1002/joc.1420>

Frey, A. E., Olivera, F., Irish, J. L., Dunkin, L. M., Kaihatu, J. M., Ferreira, C. M., ve Edge, B. L. “Potential impact of climate change on hurricane flooding inundation, population affected and property damages in Corpus Christi”. *Journal of the American Water Resources Association* 46/5 (2010), 1049-1059. <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2010.00475.x>

Georgescu, M., Moustauoi, M., Mahalov, A., ve Dudhia, J. “An alternative explanation of the semiarid urban area ‘oasis effect.’”. *Journal of Geophysical Research* 116 (2011), D24113. <https://doi.org/10.1029/2011JD016720> Georgescu, M., Moustauoi, M., Mahalov, A., ve Dudhia, J. (2011). An alternative explanation of the semiarid urban area “oasis effect.” *Journal of Geophysical Research*, 116, D24113. <https://doi.org/10.1029/2011JD016720>

Giorgi, F. “Climate change hot-spots”. *Geophysical Research Letters* 33/8 (2006). <https://doi.org/10.1029/2006GL025734>

Giorgi, F., ve Lionello, P. “Climate change projections for the Mediterranean region”. *Global and Planetary Change* 63/2-3 (2008), 90-104. <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2007.09.005>

Giridharan, R., Ganesan, S., ve Lau, S. S. Y. “Daytime urban heat island effect in high-rise and high-density residential developments in Hong Kong”. *Energy and Buildings* 36 (2004), 525–534.

Giridharan, R., Lau, S. S. Y., Ganesan, S., ve Givoni, B. “Urban design factors influencing heat island intensity in high-rise high-density environments of Hong Kong”. *Building and Environment* 42 (2007), 3669–3684.

Gökdemir N., *Yapay Su Yapılarının Yer Yüzey Sıcaklığı Değişimine Olan Etkilerinin Meteorolojik Veriler ve Uydu Görüntüleri ile Araştırılması: Afyonkarahisar Örneği* Zonguldak: Bülent Ecevit Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 2020, 79.

Görçelioğlu, E. “Ekosistem, kent ve insan”. *Journal of the Faculty of Forestry Istanbul University* (1995), 5-14. <https://doi.org/10.17099/jffiu.15961>

Gül, A., ve Küçük, V. “Kentsel açık-yeşil alanlar ve Isparta kenti örneğinde irdelenmesi”. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi* Seri: A, 2 (2001), 27-48. <https://doi.org/10.18182/tjf.23277>

Gürkan, H., Demir, Ö., Atay, H., Eskioğlu, O., Yazıcı, B., Demircan, M., Kocatürk, A., ve Akçakaya, A. “MPI-ESM-MR modelinin RCP4.5 ve RCP8.5 senaryolarına göre sıcaklık ve yağış projeksiyonları”. VII. Uluslararası Katılımlı Atmosfer Bilimleri Sempozyumu, 2015.

Haashemi, S., Weng, Q., Darvishi, A., ve Alavipanah, S. K. “Seasonal variations of the surface

- urban heat island in a semi-arid city”. *Remote Sensing* 8/4 (2016), 352. <https://doi.org/10.3390/rs8040352>
- Harlan, S. L., Brazel, A. J., Prashad, L., Stefanov, W. L., ve Larsen, L. “Neighbourhood microclimates and vulnerability to heat stress”. *Social Science & Medicine* 63/11 (2006), 2847-2863. <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2006.07.030>
- He, B., ve Zhu, J. “Constructing community gardens? Residents’ attitude and behaviour towards edible landscapes in emerging urban communities of China”. *Urban Forestry & Urban Greening* 34 (2018), 154-165. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2018.03.006>
- Hussein, N. M., ve Assaf, M. N. “Assessment of spatial and temporal distribution of Urban Heat Islands (UHI) in semi-arid climate”. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management* 31/1 (2023), 52-66. <https://doi.org/10.3846/jeelm.2023.18482>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). “*Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*”, Climate Change 2021: The Physical Science Basis, ed. P. Zhai vd. (Cambridge: Cambridge University Press, 2021),
- IPCC. “*Climate Change; Impacts, adaptation, and vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*”. Cambridge University Press, Cambridge, UK, 2007.
- Jin, Menglin, Robert E. Dickinson ve Da-Lin Zhang. “The footprint of urban areas on global climate as characterized by MODIS”. *Journal of Climate* 18/10 (2005), 1551-1565. <https://doi.org/10.1175/JCLI3334.1>
- Kestens, Y., Brand, A., Fournier, M., Goudreau, S., Kosatsky, T., Maloley, M., ve Smargiassi, A. “Modelling the variation of land surface temperature as determinant of risk of heat-related health events”. *International Journal of Health Geographics* 10/1 (2011), 7. <https://doi.org/10.1186/1476-072X-10-7>
- Khorrami ve Gündüz, “Uzaktan Algılama ve CBS’nin Yüzey Sıcaklığı ve Kentsel Isı Adası Tespit ve Analizinde Uygulanması”. *Meteorolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, Antalya: 11-15 Kasım,2019.
- Kight, S. W., ve Lysik, T. “8 milyar insan: İnsan ırkı”. *Axios*, 14 Kasım 2022. <https://www.axios.com/2022/11/14/human-race-at-8-billion> (Erişim tarihi: 23 Eylül 2024).
- Kim, S., ve Brown, R. “Urban heat island (UHI) variations within a city boundary: A systematic literature review”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 148 (2021), 111256. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111256>
- Knapp, S., Kühn, I., Mosbrugger, V., ve Klotz, S. “Do protected areas in urban and rural landscapes differ in species diversity?”. *Biodiversity and Conservation* 17 (2008), 1595-1612. <https://doi.org/10.1007/s10531-008-9369-5>
- Korkmaz, A., Şentürk, B., Selçuk, E., Arı, E., Çatak, O. M., Uysal, Ö. G., ve Kop, Z. B. “Environmental and social impact assessment for Kartaldağı Wind Farm Project in Gaziantep Province, Turkey”. *AECOM*, (2017).
- Lafortezza, R., Carrus, G., Sanesi, G., ve Davies, C. “Benefits and well-being perceived by

- people visiting green spaces in periods of heat stress”. *Urban Forestry & Urban Greening* 8/2 (2009), 97-108. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2009.02.003>
- Landsberg, H. E. *The Urban Climate*. Academic Press, (1981).
- Lazzarini, M., Marpu, P. R., ve Ghedira, H. “Temperature-land cover interactions: The inversion of urban heat island phenomenon in desert city areas”. *Remote Sensing of Environment* 130 (2013), 136-152. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.11.007>
- Lazzarini, M., Molini, A., Marpu, P. R., Ouarda, T. B., ve Ghedira, H. “Urban climate modifications in hot desert cities: The role of land cover, local climate, and seasonality”. *Geophysical Research Letters* 42/22 (2015), 9980-9989. <https://doi.org/10.1002/2015GL066534>
- Li, Z. L., Tang, B. H., Wu, H., Ren, H., Yan, G., Wan, Z., ve Sobrino, J. A. “Satellite-derived land surface temperature: Current status and perspectives”. *Remote Sensing of Environment* 131 (2013), 14-37. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2012.12.008>
- Mariotti, A., Zeng, N., Yoon, J. H., Artale, V., Navarra, A., Alpert, P., ve Li, L. Z. “Mediterranean water cycle changes: Transition to drier 21st century conditions in observations and CMIP3 simulations”. *Environmental Research Letters* 3/4 (2008), 044001. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/3/4/044001>
- MGM. “Gaziantep 1940-2023 Ortalama İklim Verileri”. Erişim tarihi: 31.05.2024. www.mgm.gov.tr
- Nichol, J. E., Fung, W. Y., Lam, K. S., ve Wong, M. S. “Urban heat island diagnosis using ASTER satellite images and ‘in situ’ air temperature”. *Atmospheric Research* 94/2 (2009), 276-284. <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2009.06.011>
- Oğuz, H., ve Bozali, N. “Gaziantep kentinde 2040 yılına kadar oluşabilecek arazi kullanımı/arazi örtüsü değişiminin tahmini”. *Tarım Bilimleri Dergisi* 20/1 (2013), 83-101. <https://doi.org/10.15832/tbd.77489>
- Oke, T. R. “The energetic basis of the urban heat island”. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society* 108/455 (1982), 1-24.
- Oke, T. R. *Boundary Layer Climates*. Routledge, London, 1987.
- Özdemir, H., Ünal, A., Kindap, T., Turunçoğlu, U. U., Durmuşoğlu, Z. O., Khan, M., ve Karaca, M. “Quantification of the urban heat island under a changing climate over Anatolian Peninsula”. *Theoretical and Applied Climatology* 108/1-2 (2011), 1-8. <https://doi.org/10.1007/s00704-011-0515-8>
- Ramyar, R., Ramyar, A., Kialashaki, Y., Bryant, M., ve Ramyar, H. “Exploring reconfiguration scenarios of high-density urban neighborhoods on urban temperature: The case of Tehran (Iran)”. *Building and Environment* 160 (2019), 106215. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2019.126398>
- Rasul, A., Balzter, H., ve Smith, C. “Diurnal and seasonal variation of surface urban cool and heat islands in the semi-arid city of Erbil, Iraq”. *Climate* 4/3 (2016), 42. <https://doi.org/10.3390/cli4030042>
- Rezaei Rad, H., Khodaei, Z., Ghiai, M. M., Tabe Arjmand, J., ve El Haj Assad, M. “The

- quantitative assessment of the effects of the morphology of urban complexes on the thermal comfort using the PMV/PPD model: A case study of Gheydariyeh neighborhood in Tehran”. *International Journal of Low-Carbon Technologies* 16/2 (2021), 672-682. <https://doi.org/10.1093/ijlct/ctaa100>
- Sanchez-Gomez, E., Somot, S., ve Mariotti, A. “Future changes in the Mediterranean water budget projected by an ensemble of regional climate models”. *Geophysical Research Letters* 36/21 (2009). <https://doi.org/10.1029/2009GL040120>
- Sani, S. “Urban climatology in Malaysia: An overview”. *Energy and Buildings* 15-16 (1990-1991), 105-117.
- Schwarz, N., Schlink, U., Franck, U., ve Großmann, K. “Relationship of land surface and air temperatures and its implications for quantifying urban heat island indicators: An application for the city of Leipzig (Germany)”. *Ecological Indicators* 18 (2012), 693-704. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.01.001>
- Sheffield, J., ve Wood, E. F. “Projected changes in drought occurrence under future global warming from multi-model, multi-scenario, IPCC AR4 simulations”. *Climate Dynamics* 31 (2008), 79-105. <https://doi.org/10.1007/s00382-007-0340-z>
- Somot, S., Sevault, F., ve Déqué, M. “Transient climate change scenario simulation of the Mediterranean Sea for the twenty-first century using a high-resolution ocean circulation model”. *Climate Dynamics* 27 (2006), 851-879. <https://doi.org/10.1007/s00382-006-0167-z>
- Stafoggia, M., Schwartz, J., Forastiere, F., ve Perucci, C. A. “Does temperature modify the association between air pollution and mortality? A multicity case-crossover analysis in Italy”. *American Journal of Epidemiology* 167/12 (2008), 1476-1485. <https://doi.org/10.1093/aje/kwn074>
- Şahinler, S. “En küçük kareler yöntemi ile doğrusal regresyon modeli oluşturmanın temel prensipleri”. *Mustafa Kemal Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 5/1-2 (2000), 57-73.
- Şehitkamil Belediyesi. “İlimiz Gaziantep”. Erişim: 31 Mayıs 2024. <http://www.sehitkamil.gov.tr>.
- Şen, Ö. “Gaziantep ili ihracatının coğrafi çeşitliliği”. *Türk Coğrafya Dergisi* 2021(77), 145-156. <https://doi.org/10.17211/tcd.899402>
- TÜİK. “Nüfus ve Demografi”. Erişim tarihi: 31.05.2024. <https://data.tuik.gov.tr>
- Türkeş, M. “Küresel iklim değişikliği nedir? Temel kavramlar, nedenleri, gözlenen ve öngörülen değişiklikler”. *İklim Değişikliği ve Çevre* 1/1 (2008), 26-37.
- Türkeş, M. “Küresel İklim Değişikliği: Başlıca Nedenleri, Gözlenen ve Öngörülen Değişiklikler ve Etkileri”. Çağrılı Bildiri (Invited Paper), içinde: Uluslararası Katılımlı 1. Meteoroloji Sempozyumu Bildiri Kitabı, 27-28 Mayıs 2010, Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, 9-38, Ankara.
- Türkeş, M., Sümer, U., Çetiner, G. *Küresel İklim Değişikliği ve Olası Etkileri* (İstanbul: Çevre Bakanlığı, 2000), 7s.
- Türkeş, M., Yozgatlıgil, C., Batmaz, İ., İyigün, C., Koç, E. K., Fahmi, F. M., ve Aslan, S. “Has

- the climate been changing in Turkey? Regional climate change signals based on a comparative statistical analysis of two consecutive time periods, 1950-1980 and 1981-2010". *Climate Research* 70/1 (2016), 77-93. <https://doi.org/10.3354/cr01410>
- Türkiye Cumhuriyeti Gaziantep Valiliği Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği İl Müdürlüğü. "Gaziantep İli 2021 Yılı Çevre Durum Raporu". ÇED, Çevre İzin ve Lisans Şube Müdürlüğü, 2022. https://webdosya.csb.gov.tr/db/ced/icerikler/gaz-antep_-cdr2021-20230217144632.pdf (Erişim Tarihi: 19 Eylül 2024).
- USGS Earth Explorer. Erişim Tarihi: 08.02.2024. <https://earthexplorer.usgs.gov>.
- Voogt, J. A., ve Oke, T. R. "Complete urban surface temperatures". *Journal of Applied Meteorology* 36/9 (1997), 1117-1132. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1997\)036<1117>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1997)036<1117>2.0.CO;2)
- Voogt, J. A., ve Oke, T. R. "Thermal remote sensing of urban climates". *Remote Sensing of Environment* 86/3 (2003), 370-384. [https://doi.org/10.1016/S0034-4257\(03\)00079-8](https://doi.org/10.1016/S0034-4257(03)00079-8)
- Yang, K., Yu, Z., Luo, Y., Yang, Y., Zhao, L., ve Zhou, X. "Spatial and temporal variations in the relationship between lake water surface temperatures and water quality: A case study of Dianchi Lake". *Science of the Total Environment* 624 (2018), 859-871. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.12.119>
- Yao, L., Sun, S., Song, C., Li, J., Xu, W., ve Xu, Y. "Understanding the spatiotemporal pattern of the urban heat island footprint in the context of urbanization: A case study in Beijing, China". *Applied Geography* 133 (2021), 102496. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2021.102496>
- Yılmaz, S., Bulut, Z., ve Yeşil, P. "Kent ormanlarının kentsel mekâna sağladığı faydalar". *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi* 37/1 (2006), 131-136.
- Zhang, H., Qi, Z. F., Ye, X. Y., Cai, Y. B., Ma, W. C., ve Chen, M. N. "Analysis of land use/land cover change, population shift, and their effects on spatiotemporal patterns of urban heat islands in metropolitan Shanghai, China". *Applied Geography* 44 (2013), 121-133. <https://doi.org/10.1016/j.apgeog.2013.07.021>
- Zhou, W., Huang, G., ve Cadenasso, M. L. "Does spatial configuration matter? Understanding the effects of land cover pattern on land surface temperature in urban landscapes". *Landscape and Urban Planning* 102/1 (2011), 54-63. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2011.03.009>