



Received: 21 June 2025 | Accepted: 7 October 2025

**KONYA ŞEHİRİ VE ÇEVRESİNDE ARAZİ KULLANIMININ YÜZEY SICAKLIĞI DAĞILIŞI VE
YÜZEY ISI ADASI OLUŞUMU ÜZERİNDEKİ ETKİSİ*****Impact of Land Use on Surface Temperature Distribution and Surface Heat Island Formation
in Konya City and Its Surroundings*****Yasin Furkan ŞENLİK***

Ankara Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü
Fiziki Coğrafya Anabilim Dalı
Ankara-Türkiye
yasin.senlik@cbu.edu.tr

İhsan ÇİÇEK

Ankara Üniversitesi
Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi
Coğrafya Bölümü
Ankara-Türkiye
ihsan.cicek@ankara.edu.tr

Abstract

Along with population growth and rapid urbanization in large cities, land cover is also changing rapidly. This change has caused some problems. The air quality, temperature, and precipitation in cities differ from those in rural areas. Konya, one of Turkey's important cities in terms of agriculture, tourism, and industry, is a region where such differences observed. In this study, which uses night and day surface temperatures from the AQUA satellite between 2003-2024, focuses on the city center of Konya and its surrounding area. The city, built on a steppe, has lower temperatures during the day compared to the surrounding rural areas. At night, the city cools down later and making it warmer than its surroundings, creating a positive surface heat island. According to the Mann-Kendall trend analysis, the city center, which is already warm at night, is getting warmer. At night, the hottest surfaces are settlement areas and industrial and commercial areas. During the day, irrigated agricultural fields are the hottest surfaces in the cold period, while vineyards, gardens, and pastures are the hottest surfaces in the warm period. Air temperatures are higher than surface temperatures during the day in the cold season, while the opposite is true in the warm season. At night, neighborhoods with high residential density in the city center are the hottest areas. During the daytime, neighborhoods located in industrial areas and surrounded by bare land and dry agriculture land were the hottest areas. Neighborhoods with denser vegetation cover have been identified as the coldest neighborhoods. In order to make the urban climate more livable, green and blue areas must be increased, and this issue must be taken into consideration in urban planning.

Keywords: Surface temperature, land cover, surface heat island, Mann-Kendall, MODIS**Öz**

Büyük kentlerde nüfustaki artış ve hızlı şehirleşme süreciyle birlikte arazi örtüsü de hızla değişmektedir. Bu değişim beraberinde bazı sorunlar yaşanmasına neden olmaktadır. Şehirler çevresindeki kırsal alanlara göre hava kalitesi, sıcaklık ve yağış bakımından farklılık göstermektedir. Tarım, turizm ve sanayi açısından Türkiye'nin önemli kentleri arasında yer alan Konya'da bu tür farklılıkların görüldüğü bir sahadır. AQUA uyusunun 2003-2024 yılları arasında ait gece ve gündüz yüzey sıcaklıklarının kullanıldığı bu çalışmada Konya şehir merkezi ve yakın çevresi ele alınmıştır. Step alanına kurulmuş kent gündüz çevresindeki kırsal sahaya kıyasla daha düşük sıcaklıklara sahiptir. Gece ise geç soğuyan şehir çevresine göre daha sıcaktır ve pozitif yüzey ısı adası belirmektedir. Mann-Kendall eğilim analizine göre geceleri zaten sıcak olan şehir merkezi giderek daha fazla ısınmaktadır. Geceleri en sıcak yüzeyler yerleşim alanı ile sanayi ve ticaret alanlarıdır. Gündüzleri ise soğuk dönemde sululu tarım arazileri en sıcak yüzeylerken sıcak dönemde bağ ve bahçeler ayrıca mera alanları en sıcak yüzeylerdir. Hava sıcaklıkları gündüzleri soğuk dönemde yüzey sıcaklıklarından yüksek iken sıcak dönemde bu durum tam tersidir. Geceleri şehir merkezinde yerleşim yoğunluğunun fazla olduğu mahalleler en sıcak alanlardır. Gündüzleri ise sanayi bölgesi olan ve mahalle sınırlarında çıplak arazilerin ve kuru tarım arazilerinin bulunduğu mahalleler en sıcak sahalar olmuştur. Bitki örtüsünün daha yoğun olduğu mahalleler ise en soğuk mahalleler olarak belirmiştir. Şehir ikliminin daha yaşanabilir bir hale gelebilmesi için yeşil ve mavi alanların artırılması, şehir planlamalarında bu konunun da göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yüzey sıcaklığı, arazi örtüsü, yüzey ısı adası, Mann-Kendall, MODIS

* Sorumlu Yazar/ Corresponding author

1. GİRİŞ

Yerleşik hayata geçişle birlikte şehirler kurulmaya başlanmış ve insanlığın gelişimi hız kazanmıştır. Sadece günümüz modern şehirlerinde değil antik zamanlardaki büyük şehirlerde de iklimin çevresindeki kırsal sahaya kıyasla daha farklı olduğu biliniyordu (Landsberg, 1981). Yer aldığı çevreden oldukça farklı bir morfolojik yapı gösteren şehirler çevresindeki kırsal alanlara kıyasla farklı iklimsel özellikler göstermektedir (Çiçek vd., 2013). Şehirleri meydana getiren yapay malzemeler ve şehrin morfolojik yapısı bu sahalarda farklı enerji bilançosu oluşumuna sebep olmaktadır (Yılmaz, 2017a). Kısacası şehirler kırsal alanlara kıyasla sıcaklık, yağış, hava kalitesi ve nem gibi parametreler bakımından farklılık göstermektedir.

Şehirlerin çevrelerindeki kırsal alanlara kıyasla daha yüksek hava sıcaklığına sahip olma durumu “şehir ısı adası” olarak adlandırılmaktadır. Şehir-kır arasındaki fark yalnızca hava sıcaklıklarından ibaret değildir. Bu sahaları oluşturan yüzeylerde farklı sıcaklık özellikleri göstermektedir. Şehir ve kıyı oluşturan yüzeylerin özgül ısı, ısı tutma kapasitesi ve termal iletkenlik özellikleri bu sahalar arasında sıcaklık farklılığına neden olmaktadır (Yılmaz, 2013). Şehirlerin kırsal alanlardan daha yüksek yüzey sıcaklığına sahip olma durumu ise “yüzey ısı adası” olarak adlandırılmaktadır (Çiçek vd., 2013; Yılmaz, 2017a). Yüzey sıcaklığı dünya yüzeyinin radyasyon özellikleri ve radyan sıcaklığına karşılık gelmektedir (Oguz vd., 2019; Rehman vd., 2022; Urban vd., 2013). Yani yüzey sıcaklığı; dünya yüzeyindeki su, toprak, bitki örtüsü veya yapay yüzeylerin sıcaklığını ifade etmektedir.

Şehir iklimi ile ilgili yapılan çalışmalarda yersel istasyonlar, mobil ölçümler, termal kameralar, uydu görüntüleri ve ravinsonde ölçümleri kullanılabilmektedir. Farklı ölçüm metodlarının birbirlerine kıyasla avantaj ve dezavantajları söz konusudur. Yersel istasyonlar sayesinde her döneme ait dakikalık bilgilere erişilebilmesine karşın bu veriler sadece istasyon çevresi için kullanılabilmektedir (Yılmaz, 2017a). Şehir modeli oluşturularak yapılan çalışmalar ise genellikle “şehir gölgelik tabakası” seviyesinde yapılması nedeniyle bu tür çalışmalarda tercih edilen mobil ölçümler ise sadece ölçüm anına ait ve ölçüm yapılan güzergah hakkında veriler sunabilmektedir. Uydu görüntüleri ise misyonlarındaki farklılıklardan ötürü farklı zamansal ve mekânsal çözünürlükte veriler sunabilmektedir. Günümüz şehir iklimi çalışmalarında sıklıkla kullanılan Landsat serisi uyduların yüzey sıcaklığını ölçen termal bantları 100 m mekânsal çözünürlüğe sahip olmasına karşın aynı sahadan 16 günde bir veri almaktadır (NASA, 2025a). Sıklıkla tercih edilen bir diğer uydu serisi olan MODIS uyduları ise düşük mekânsal çözünürlüğe sahip olsa da aynı sahadan her bir uydu günde iki defa ölçüm yapmaktadır (NASA, 2025b). Kolay ve ücretsiz erişilebilmesi ayrıca çok daha geniş bir alanı çalışma fırsatı sunan uydu verileri günümüzde şehir klimatolojisi çalışmalarında sıklıkla tercih edilmektedir.

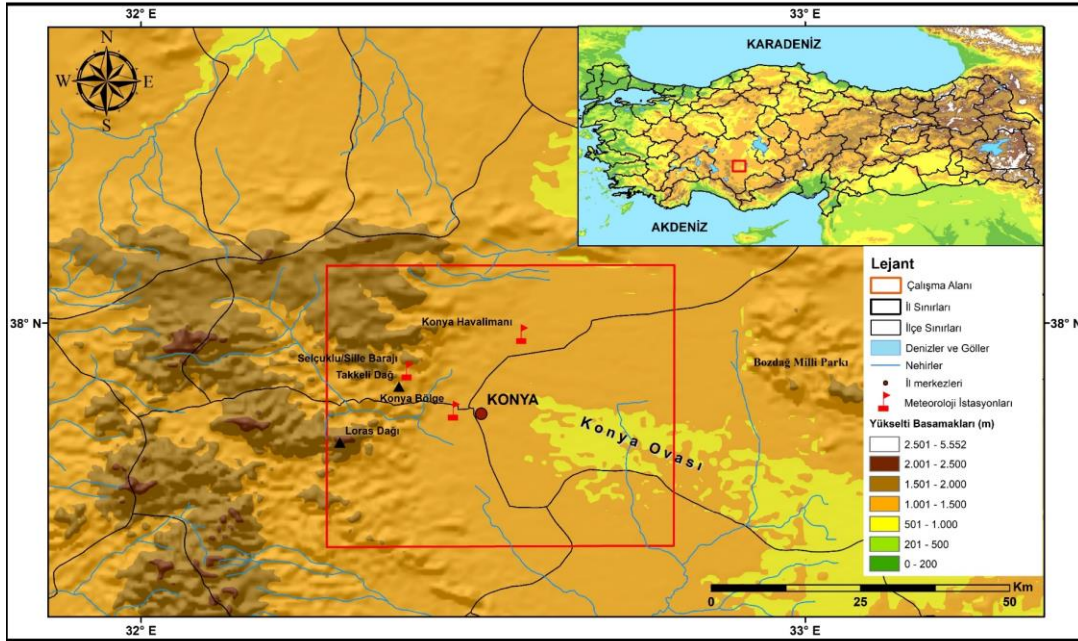
Türkiye’nin yüz ölçümü olarak en büyük, nüfus olarak ise 6. büyük ili olan Konya’da geçmişten günümüze farklı parametrelerin konu alındığı şehir klimatolojisi çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalarda Konya şehrindeki hava kirliliği (Bozyiğit, 1996; Çiftçi vd., 2013; Kara vd., 2018; Kunt & Dursun, 2018), şehirleşmenin hava sıcaklığı üzerindeki etkisi (Çobanyıldız, 2016; Koçak, 2022), şehirleşmeye bağlı olarak bağıl nem ve su buharı basıncındaki değişimler (Çiçek & Türkoğlu, 2007), şehirleşmenin yağış üzerindeki etkisi (Çobanyıldız, 2016; Koçak, 2022) gibi konular ele alınmıştır. Yapılan çalışmaların bir kısmında Konya şehir merkezinin çevresine göre daha sıcak olduğu ancak şehirleşmeye bağlı olarak sıcaklıklarda anlamlı bir artış eğiliminin olmadığı görülmüştür (Çobanyıldız, 2016; Koçak, 2022). Bazı çalışmalarda ise ekstrem sıcaklıklarda anlamlı artışlar tespit edilmiştir (Aydın & Karabulut, 2022; Koycegiz & Buyukyıldız, 2020).

Bu çalışmada Konya şehir merkezi ve yakın çevresindeki kırsal sahada, uzun yıllara ait AQUA uydusuna ait veriler kullanılarak aylık ve uzun yıllık yüzey sıcaklığı dağılışının ve eğiliminin belirlenmesi, şehrsel ve kırsal alanlar arasındaki sıcaklık farkına sebep olan faktörlerin ortaya konulması, şehir merkezinde yer alan mahallerin kendi içerisindeki sıcaklık dağılımları ile en sıcak ve en soğuk mahallerin belirlenmesi, arazi kullanım türü ile yüzey sıcaklığı arasındaki ilişkilerin tespiti ve yüzey sıcaklığı ile hava sıcaklığı arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışma Konya şehrinde yüzey sıcaklıklarının kırsal sahaya kıyasla farklı olup olmadığının görülmesi, kentin hava ve yüzey sıcaklığı arasındaki ilişkinin anlaşılabilmesi ayrıca şehir merkezindeki mahallerin kendi içlerinde nasıl bir sıcaklık dağılışı gösterdiğinin anlaşılması, buna yönelik ısıtma

ve soğutma tedbirlerinin alınması ve ileriye yönelik doğru şehir planlamasının yapılabilmesi açısından önemlidir.

2. ÇALIŞMA ALANI

İnceleme alanı Konya şehir merkezi ve yakın çevresini kapsamaktadır (Şekil 1). İnceleme sahası İç Anadolu Bölgesi'nin Konya Yöresi'nde yer almaktadır (Doğaner, 2014). Merkez ilçeler; Selçuk, Karatay ve Meram'ın kesişim noktası olan bu saha Konya ilinin en yüksek nüfuslu alanıdır. 2024 yılı itibariyle 2.330.024 nüfusu sahip olan Konya ilinde, nüfusun yaklaşık %62'si merkez ilçelerde yaşamaktadır (TÜİK, 2025). En büyük ilçe olan Selçuklu 700.358 nüfusa sahipken, Karatay 385.432 ve Meram 348.071 nüfusa ev sahipliği yapmaktadır.



Şekil 1 - Çalışma alanının lokasyon haritası ve seçilen meteoroloji istasyonları.

Figure 1- Location map of the study area and selected meteorological stations

Çalışma alanındaki en önemli jeomorfolojik unsur Konya Ovasıdır. Konya şehir merkezini de içine alan Konya Ovası kuzeyde Bozdağlara, güneyde ise Çumra ilçesini de içine alacak biçimde uzanmaktadır (Bozyiğit & Güngör, 2011). Ortalama olarak 1.000 m yükseltiye sahip olan ova sahası doğu-batı doğrultuda 50 km, kuzey-güney doğrultuda ise 80 km uzunluğa sahiptir (Bozyiğit & Güngör, 2011; Eren, 2001). İnceleme sahasının batı ve kuzeybatısında bulunan dağlık sahada yükselti 1.000-1.500 metrenin üzerine çıkmakta ve ova sahasını sınırlamaktadır (Şekil 1). Konya şehri de bu dağlık sahanın eteklerine doğru kurulmuştur (Doğaner, 2014).

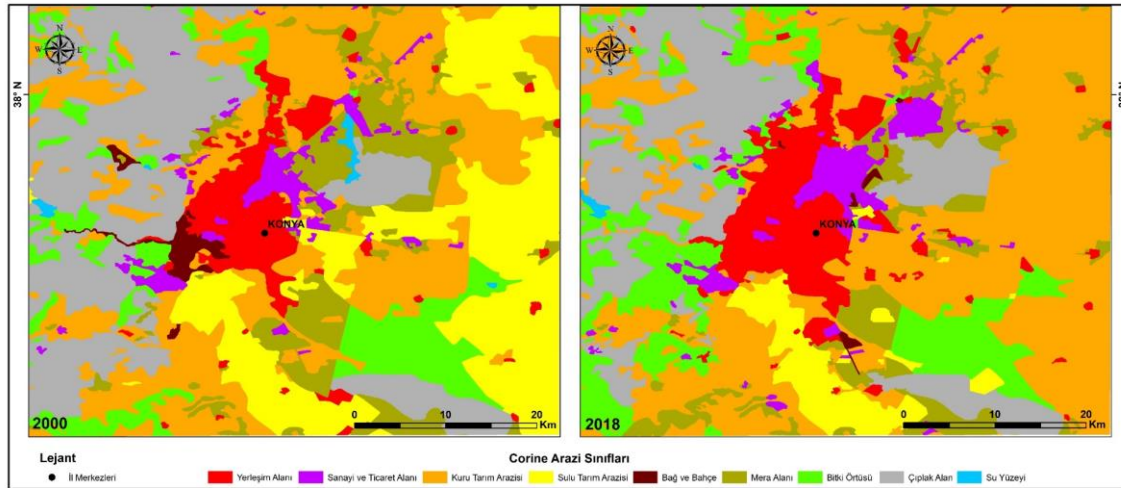
İnceleme sahası İran-Turan fitocoğrafik bölgesinde bulunmaktadır ve bu nedenle bitki örtüsünün büyük bölümü step karakterindedir. Dağlık sahalarda da İran-Turan elementleri çoğunluğu oluştursa da bu sahalarda farklı bitki toplulukları da bulunmaktadır (Kaya & Aladağ, 2009). Tabi ki bu durumda sahanın iklimi oldukça önemlidir. Karasal iklime sahip olan çalışma sahasında yazları kurak ve sıcak, kışları ise soğuk ve kar yağışlıdır. Orta Torosların deniz etkisini kesmesi sahayı bazı İç Anadolu şehirlerine kıyasla daha da soğuk bir hale getirmektedir (Çobanyıldız, 2016). Ayrıca yıllık toplam yağış miktarı ortalaması 327,6 mm olan sahada step karakterleri bitki örtüsünün olması beklenen bir sonuçtur (MGM, 2025).

Konya kenti, Anadolu Selçuklu Devleti'ne başkentlik yapmış önemli bir şehirdir (Doğaner, 2014). 19. yüzyılın sonlarında şehre demiryolunun ulaşmasıyla beraber şehrin ticareti oldukça canlanmıştır. Şehir 1940'lı yıllarda tarımsal faaliyetlerden ötürü güney-güneydoğu yönlü gelişmiş, 1960'lı yıllardan itibaren sanayileşme ve nüfustaki hızlı artışla da kuzey-kuzeybatı yönlü gelişmiştir. Konya 3'ü devlet, 2'si vakıf üniversitesi olmak üzere toplamda 5 üniversiteye ev sahipliği yapmaktadır. Bunlar Selçuk Üniversitesi (1975), Necmettin Erbakan

Üniversitesi (2010), KTO Karatay Üniversitesi (2010), Konya Gıda ve Tarım Üniversitesi (2013) ve Konya Teknik Üniversitesi’dir (2018). Tarihi ve kültürel açıdan önemli bir kent olan Konya’da sadece merkez ilçeler olan Selçuklu, Meram ve Karatay’da konaklayan yerli ve yabancı toplam turist sayısı 2024 yılında 841.476 olmuştur (Kültür ve Turizm Bakanlığı, 2024). İl genelinde bu sayı 1 milyonu aşmaktadır.

Konya özellikle tarıma dayalı sanayi açısından Türkiye’nin önemli merkezlerinden birisidir. Şehirde kurulan ilk fabrikalar; İsmail Paşa Un Fabrikası (1916), Doğanbey Yerli Dokuma Atölyesi (1933), Sümerbank Ereğli Pamuklu Sanayi Müesseseleri (1937), Ova Un Fabrikası (1952), Konya Şeker Fabrikası (1954) gibi tarıma dayalı sanayi kuruluşları olmuştur (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021). Bunun yanı sıra Türkiye’nin ilk yerli traktör fabrikası TUMOSAN’ın Konya’da kurulması şehri otomotiv sanayi açısından da önemli bir noktaya taşımıştır. Konya’da ilk Organize Sanayi Bölgesi 1968’de kurulmuştur ve günümüzde sicil almış 11 OSB, 194 sanayi sitesi ve 2 endüstri bölgesi bulunmaktadır (Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı, 2021).

İnceleme sahasının 2000-2018 yılları arasındaki arazi örtüsünün değişimi incelendiğinde; batıdaki dağlık sahanın eteklerinden Konya Ovası’na doğru kurulan kent doğal olarak ova tabanına doğru genişlemektedir (Şekil 2). Şehrsel gelişim çoğunlukla kuzey ve kuzeydoğu yönde olmaktadır. Çalışma sahasında 18 yıllık süreçte şehrsel alanların yanı sıra sanayi ve ticaret bölgeleri de büyük oranda artmıştır. Sahada en fazla değişime uğrayan alanlar tarım arazileridir. Özellikle sulu tarım arazilerinin büyük bir bölümü daha sonra kuru tarım arazisi olarak kullanılmaya başlanmıştır. Ayrıca bağ ve bahçelerin alanı da büyük ölçüde daralmış durumdadır. Ova sahasında çıplak alanların miktarı artarken, dağlık sahalarda çıplak alanların bir bölümü bitki örtüsüyle kaplanmıştır. Bu alanlarda 18 yıllık süreçte ağaçlandırma çalışması yapılmış olması muhtemeldir. Bu durum dağlık alanlardaki köylerin boşalıp orman sahalarına olan baskının azaltılması ile de ilgili olabilir.



Şekil 2 - Çalışma alanına ait sadeleştirilmiş CORINE arazi kullanımı haritası.

Figure 2- Simplified CORINE land use map of the study area

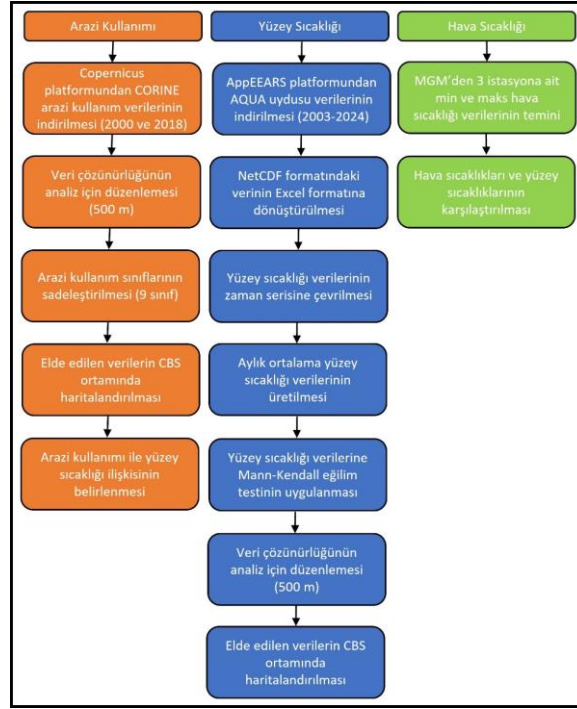
3. VERİ VE YÖNTEM

Çalışma alanı olan Konya şehir merkezi ve yakın çevresine ait yüzey sıcaklığı verileri NASA’nın AppEEARS platformundan, Amerika Birleşik Devletleri Jeolojik Araştırma Kurumu’na ücretsiz olarak sunulan MODIS uydu sistemlerinin AQUA uydusundan temin edilmiştir (Şekil 3). AQUA uydusu 04.07.2002 tarihi itibarıyla yüzey sıcaklığı verisi toplamaya başlamıştır. Bu yüzden çalışma eksik veri olmaması için 2003 yılından itibaren başlatılmıştır. Çalışma alanına ait yüzey sıcaklığı verileri 01.01.2003 ile 31.12.2024 tarihleri arasındaki dönemi kapsamaktadır. Uydu 1 km mekânsal çözünürlüğe sahip olmasına karşın çalışma alanından biri yaklaşık 03:45 diğeri ise yaklaşık 14:45 olmak üzere günde 2 kere yüzey sıcaklığı verisi toplamaktadır (NASA/LAADS, 2025).

AQUA uydusunun 22 yıllık gündüz ve gece yüzey sıcaklığı verileri NASA’nın AppEEARS platformu üzerinden NetCDF formatında indirilmiştir (Şekil 3). Panoply uygulaması aracılığıyla NetCDF formatındaki

veriler Excel formatına dönüştürülmüştür. Excel formatına dönüştürülmüş yüzey sıcaklığı verileri öncelikle zaman serisine çevrilmiş, ondan sonra da aylık ortalama yüzey sıcaklıkları üretilmiştir.

Yüzey sıcaklıklarındaki eğilimlerin belirlenmesi için Mann-Kendall analizi kullanılmıştır (Şekil 3). Öncelikle S değeri belirlenmiştir (Eşitlik 1), sonra varyans (Eşitlik 2) ve Z_{MK} (Eşitlik 3) değerleri hesap edilmiş, değerler standart normal dağılıma göre yorumlanmıştır (Kendall, 1970; Mann, 1945).



Şekil 3- İş akış şeması.

Figure 3- Workflow diagram

$$S = \sum_{k=1}^{n-1} \sum_{j=k+1}^n \text{ışrt}(x_j - x_k) \quad (1)$$

$$\text{Var}(S) = \frac{1}{18} \left[n(n-1)(2n+5) - \sum_{i=1}^{n_t} t_i(t_i-1)(2t_i+5) \right] \quad (2)$$

$$\begin{aligned} m &= 1 & \text{eğer } S < 0 \\ m &= 0 & \text{eğer } S = 0 \\ m &= -1 & \text{eğer } S > 0 \end{aligned} \quad Z_{MK} = \frac{S + m}{\sqrt{\text{Var}(S)}} \quad (3)$$

Değerler, $p < 0,05$ ve $p < 0,01$ seviyesinde sınanmıştır. Mann-Kendall Z değeri eğer 1,96'dan büyükse %95 güven aralığında anlamlı artma, -1,96'dan daha düşükse %95 güven aralığında anlamlı azalma, Z değeri 2,575'ten büyükse %99 güven aralığında kuvvetli anlamlı artma, -2,575'ten düşükse %99 güven aralığında kuvvetli anlamlı azalma şeklinde yorumlanmıştır.

İlgili siteden indirilip uygun formata dönüştürülen verilerden ortalama yüzey sıcaklığı ve daha sonra eğilim verileri elde edilmiş, elde edilen veriler CBS ortamında haritalandırılmıştır (Şekil 3). AQUA uydusunun 1 km mekânsal çözünürlüğe sahip yüzey sıcaklığı verisi 500 m çözünürlüğe göre IDW enterpolasyon yöntemi kullanılarak enterpole edilmiştir. Ortalama yüzey sıcaklığı ve eğilim sonuçları aylık ortalamalar ve uzun yıllar ortalamaları olarak haritalandırılmış ve yorumlanmıştır. Kırsal ve kentsel alan ayrımının tam olarak anlaşılabilmesi için haritalara Konya şehir merkezinin sınırları eklenmiştir.

İnceleme alanına ait arazi örtüsündeki değişimlerin görülebilmesi ve yüzey sıcaklığıyla olan ilişkisinin incelenebilmesi için 2000 ve 2018 yılı CORINE arazi kullanım verilerinden faydalanılmıştır (Şekil 3). CORINE projesinde toplamda 44 farklı arazi kullanım sınıfı bulunmaktadır. Bu çalışmada ise yüzey sıcaklığı ile arazi

kullanım türü arasındaki ilişkinin daha iyi anlaşılabilmesi adına sınıflar sadeleştirilmiş ve 9 sınıfta (Yerleşim Alanı, Sanayi ve Ticaret Alanı, Kuru Tarım Arazisi, Sulu Tarım Arazisi, Bağ ve Bahçe, Mera Alanı, Bitki Örtüsü, Çıplak Alan, Su Yüzeyi) toplanmıştır. 9 sınıfa sadeleştirilen CORINE 2000 ve 2018 verileri CBS ortamında haritalandırılmıştır (Şekil 3). Arazi kullanım türü ile yüzey sıcaklığı ilişkisinin incelenmesi için veri çözünürlükleri düzenlenmiştir. 1 km çözünürlükte hata verebileceği düşünülerek, 250 m çözünürlüğe sahip CORINE verileri 500 m çözünürlüğe dönüştürülmüştür. Aynı şekilde yüzey sıcaklığı verileri de 500 m çözünürlüğe göre enterpole edilmiş, böylelikle iki parametre arasındaki ilişki incelenmiştir.

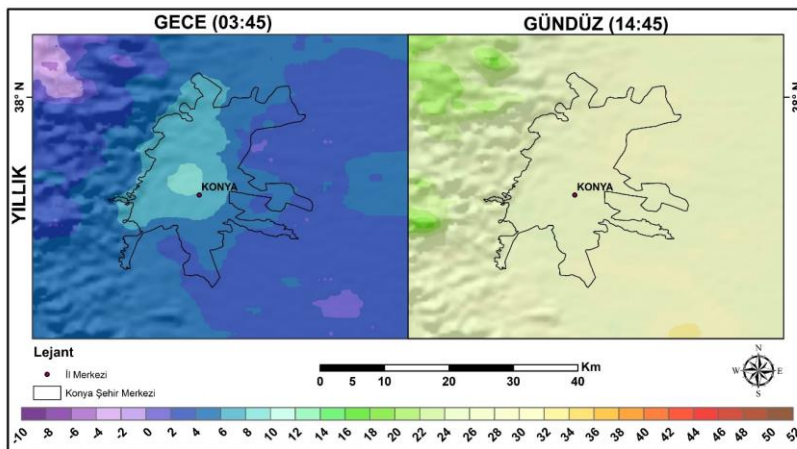
Çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden inceleme alanı sınırları içerisinde yer alan ve biri kentsel (Konya Bölge), biri yarı-kentsel (Konya Havalimanı), sonuncusu ise kırsal (Selçuklu/Sille Barajı) karakterli olan 3 adet meteoroloji istasyonunun (Şekil 1) sıcaklık verileri temin edilmiştir (Şekil 3). AQUA uydusundan temin edilen yüzey sıcaklığı verileri ile meteoroloji istasyonlarından temin edilen hava sıcaklığı verileri karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmada meteoroloji istasyonunun içerisinde yer aldığı AQUA hücresindeki yüzey sıcaklığı verileri ile istasyona ait hava sıcaklığı verileri kullanılmıştır.

4. BULGULAR

Çalışmada öncelikle Konya şehir merkezi ve yakın çevresinde uzun yıllık ortalamalar ve mevsimlere göre yüzey sıcaklığının dağılışı, eğilimi ve bunlar üzerinde etkili olan faktörler anlatılmıştır. Daha sonra yüzey sıcaklığı ve arazi örtüsü arasındaki ilişki ele alınmıştır. Ayrıca farklı karakterlere sahip meteoroloji istasyonlarından elde edilen hava sıcaklığı verileri ile uydudan alınan yüzey sıcaklığı verileri kıyaslanmıştır. Son olarak şehir merkezinde yer alan en düşük ve en yüksek yüzey sıcaklığına sahip mahaller belirlenmiş ve bunun nedenleri üzerinde durulmuştur.

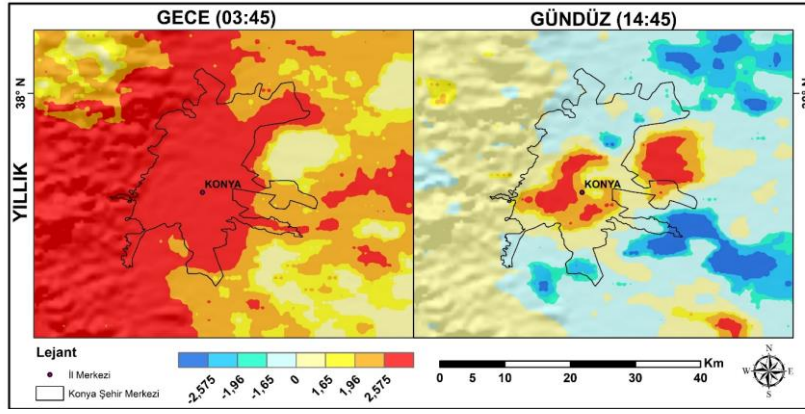
4.1. Uzun yıllık ortalamalara göre yüzey sıcaklıklarının dağılışı ve eğilimi

Uzun yıllık ortalama göre en düşük yüzey sıcaklığına sahip saha inceleme alanının kuzeybatısındaki dağlık sahadır (Şekil 4). Burada sıcaklık -6°C 'ye kadar düşmektedir. Ovada ise en düşük sıcaklığa sahip alanlar çıplak arazilerdir ve sıcaklık $0-2^{\circ}\text{C}$ civarındadır. Ova sahasında genel olarak sıcaklıklar 2 ila 6°C arasında değişirken şehir merkezinde yüzey sıcaklıkları daha yüksektir. Şehir merkezinde pozitif yüzey ısı adası belirlemekte ayrıca şehrin merkezi bölümünde daha kuvvetli ve sıcaklıkların 10°C 'ye kadar çıktığı bir yüzey ısı adası meydana gelmektedir. Söz konusu kuvvetli yüzey ısı adası 22 mahallelik bir alanda etki göstermektedir. Bu mahalleler Araplar, Aziziye, Bedir, Çaybaşı, Fatih, Ferhuniye, Feritpaşa, İhsaniye, Işıklar, Kalenderhane, Keçeciler, Kılınçarslan, Konevi, Musalla Bağları, Nakipoğlu, Nişantaş, Sahibata, Sedirler, Sultan Mesud, Şeker, Şemsitebrizi ve Yedilerdir. Gündüzleri ise Loras Dağı zirvesi en düşük yüzey sıcaklığının görüldüğü sahadır. En yüksek sıcaklıklar ise inceleme alanının güneyindeki çıplak sahada görülmektedir. Bunun dışında kuru tarım arazileri ve sanayi bölgeleri de yüksek yüzey sıcaklığına sahip alanlardır. Ovada en düşük sıcaklıklara sahip alanlar genel olarak şehrin güneyindeki sulu tarım arazileri ve şehrin merkezindeki yoğun yerleşim alanıdır.



Şekil 4- Uzun yıllık ortalama yüzey sıcaklığı haritası (2003-2024).

Figure 4- Map of the long annual average surface temperature. (2003-2024)



Şekil 5- Uzun yıllık yüzey sıcaklığı eğilim haritası (Mann-Kendall) (2003-2024).

Figure 5- Long annual surface temperature trend map (Mann-Kendall) (2003-2024)

Uzun yıllara ait Mann-Kendall eğilim haritası incelendiğinde; geceleri çalışma alanının büyük bölümünde anlamlı ve kuvvetli anlamlı sıcaklık artış eğilimleri söz konusudur (Şekil 5). Yüzey sıcaklığında eğilim olmayan sahalar genellikle çıplak alanlardır. Şehir merkezi ve batısında yüzey sıcaklıklarında çoğunlukla kuvvetli anlamlı artış eğilimi vardır. Doğu kısımda ise anlamlılık seviyesi daha düşüktür. Gündüzleri ise anlamlı eğilimler geceleri kadar geniş bir alana yayılmamıştır. Yüzey sıcaklıklarındaki anlamlı artış eğilimleri şehir merkezinde ve çıplak alanlarda toplanmıştır. Anlamlı azalış eğilimleri ise genellikle tarım arazilerinde söz konusudur.

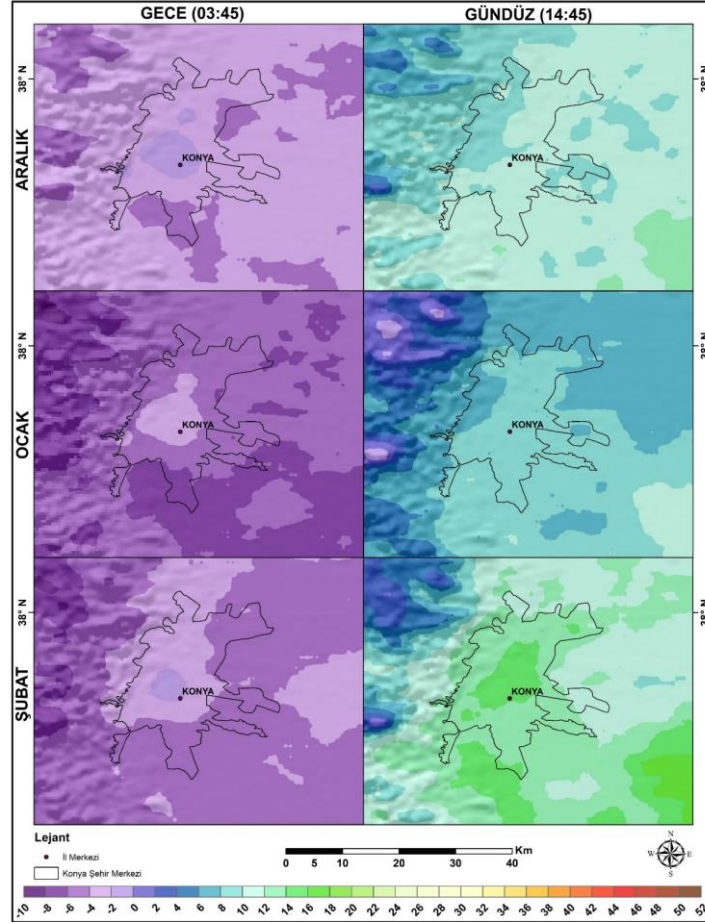
4.2. Kış mevsiminde ortalama yüzey sıcaklıklarının dağılışı ve eğilimi

İnceleme sahasında aralık ayı ortalama yüzey sıcaklığı -6 ila 14 °C arasında değişmektedir (Şekil 6). Aralık ayı gecelerinde en düşük sıcaklıklara sahip sahalar Konya Ovasında yer alan tarım arazileridir. Ayrıca Takkeli Dağı'nın da yer aldığı kentin batı ve kuzeybatısına doğru yükseltinin 1.000 metrelerden 1.500 metrenin üzerine doğru çıktığı sahalar düşük yüzey sıcaklığına sahip alanlardır. Söz konusu sahalarda yüzey sıcaklığı -6 °C'ye kadar düşmektedir. Bu ayda, diğer sahalarda sıcaklıklar -4 ila -2 °C arasında değişirken Konya şehir merkezinde yüzey ısı adası belirlemekte ve burada sıcaklıklar 0 °C'ye kadar çıkmaktadır. Gündüzleri geceleri olduğu gibi Konya Ovasının bitip yükseltinin artmaya başladığı batı kesimde sıcaklıklar kademeli olarak azalmaktadır. Bu bölümde sıcaklıklar 10 °C'den 2 °C'ye kadar düşmektedir. Ancak gecelerin aksine en yüksek yüzey sıcaklığına sahip saha şehir merkezi değildir. Şehir merkezi, ova geneline yakın sıcaklık değerleri gösterirken, en yüksek sıcaklığa sahip saha çalışma sahasının güneydoğusundaki kuru tarım arazileridir (Şekil 2). Bu durum step alanlarında yer alan kentlerde beklenen bir durumdur. Sabahları şehirlerin etrafındaki kırsal alanlar güneşin doğuşuyla beraber hızlı bir şekilde ısınmakta ve şehir alanlarına kıyasla daha sıcak bir hale gelmektedir (Yılmaz, 2017b).

Ocak ayı gecelerinde yüzey sıcaklıkları yükseltinin 1.800 metreler kadar çıktığı kuzeybatı kesimde -10 °C'ye kadar düşmektedir (Şekil 6). Bu değer yıl boyunca görülen en düşük sıcaklık değeridir. Aralık ayına benzer şekilde yükseltinin fazla olduğu sahaların yanı sıra Konya Ovasında yer alan tarım arazileri en düşük yüzey sıcaklıklarının ölçüldüğü sahalardır. Buralarda sıcaklıklar -8 ila -4 °C arasında değişmektedir. Yine Konya şehir merkezinde yoğun yerleşime sahip sahalarda pozitif yüzey ısı adası belirlemekte ve bu ayda sıcaklıklar -2 °C'ye kadar çıkabilmektedir. Ocak ayı gündüzleri de aralık ayına benzer bir sıcaklık dağılışına sahiptir. Yükseltinin arttığı batı ve kuzeybatı bölümde gecelere kıyasla daha kademeli bir sıcaklık azalışı görülmekte ve yüzey sıcaklığı kademeli olarak 8 °C'den -2 °C'ye kadar düşmektedir. Şehir merkezinde dahil olmak üzere Konya Ovasında sıcaklıklar 6 ila 10 °C arasında değişmektedir. Ancak güneydoğudaki kuru tarım arazilerinde bu değer 12 °C'ye kadar çıkmaktadır.

Şubat ayı gecelerinde inceleme alanında en düşük sıcaklıklar yükseltinin fazla olduğu batı kesimde -10 °C'ye kadar düşmektedir (Şekil 6). İnceleme alanının genelinde sıcaklıklar -6 ila -2 °C arasında değişmektedir. Etki alanı daralmış olsa da diğer kış aylarında olduğu gibi şubat ayı gecelerinde de şehir merkezinde yüzey ısı adası belirlemektedir. Şehir merkezindeki 24 mahallenin (Araplar, Aziziye, Bedir, Çaybaşı, Fatih, Ferhuniye, Feritpaşa, Hacıkaymak, İhsaniye, Işıklar, Kalenderhane, Keçeciler, Kılınçarslan, Konevi, Melikşah, Musalla

Bağları, Nakipoğlu, Nişantaş, Sahibata, Sarıyakup, Sedirler, Şeker, Şemsitebrizi, Yediler) olduğu bu sahada sıcaklık 0 °C'ye kadar çıkmakta ve çevresine kıyasla 2-4 °C daha sıcak olmaktadır. Gündüzleri ise yüzey sıcaklıkları 0 ila 18 °C arasında değişmektedir. Diğer aylarda olduğu gibi yüksek kesimler en düşük sıcaklıklara sahipken, kuru tarım arazileri en yüksek sıcaklıklara sahiptir. Ancak önceki aylardan farklı olarak şehir merkezi ve şehir merkezinin güneyinde bulunan sulu tarım arazileri de (Şekil 2) yüksek yüzey sıcaklığına sahip sahalardır ve buralarda sıcaklıklar 14-16 °C arasında değişmektedir.



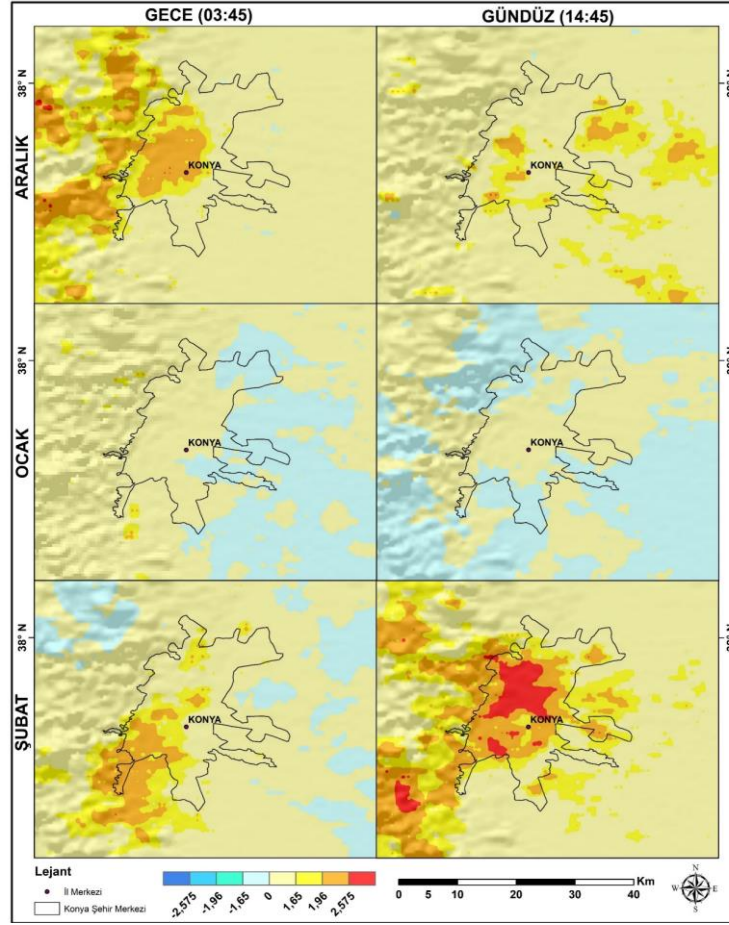
Şekil 6- Kış mevsimine ait aylık ortalama yüzey sıcaklığı haritası (2003-2024).

Figure 6- Monthly average surface temperature map for winter (2003-2024)

Aralık ayı yüzey sıcaklığındaki eğilimler incelendiğinde; geceleri inceleme alanının batısındaki yüksek sahalarda ve şehir merkezinde yüzey ısı adası oluşumu görülen sahada anlamlı sıcaklık artış eğilimleri bulunmaktadır (Şekil 7). Gündüzleri ise inceleme sahasının genelinde anlamlı eğilimler geniş bir alan kaplamamaktadır. Şehir merkezindeki dar bir alanda ve ova sahasındaki tarım arazilerde yer yer sıcaklık artış eğilimleri vardır.

Ocak ayında ise hem gündüz saatlerinde hem gece saatlerinde inceleme alanının neredeyse tamamında anlamlı bir eğilim yoktur (Şekil 7). Yalnızca geceleri Gödene civarındaki kuru tarım arazilerin oldukça kısıtlı bir sahada sıcaklık artış eğilimi vardır.

Şubat ayında gece ve gündüz saatlerinde de anlamlı sıcaklık artış eğilimleri bulunmaktadır (Şekil 7). Söz konusu artış geceleri şehir merkezinin güneybatısı ve yine güneybatısındaki tarım arazilerindedir. Gündüzleri ise şehir merkezinin neredeyse tamamı ve batısındaki dağlık kesimde sıcaklık artış eğilimleri söz konusudur. Ortalama yüzey sıcaklıkları incelendiğinde; şubat ayı gündüzlerinde diğer ayların aksine şehir merkezi daha yüksek sıcaklıklara sahiptir (Şekil 6). Mann-Kendall eğilim testi sonucunda bu alanda kuvvetli anlamlı sıcaklık artış eğilimleri bulunmakta ve hali hazırda sıcak olan bu saha giderek daha sıcak bir hal almaktadır.



Şekil 7- Kış mevsimine ait yüzey sıcaklığı eğilim haritası (Mann-Kendall) (2003-2024).

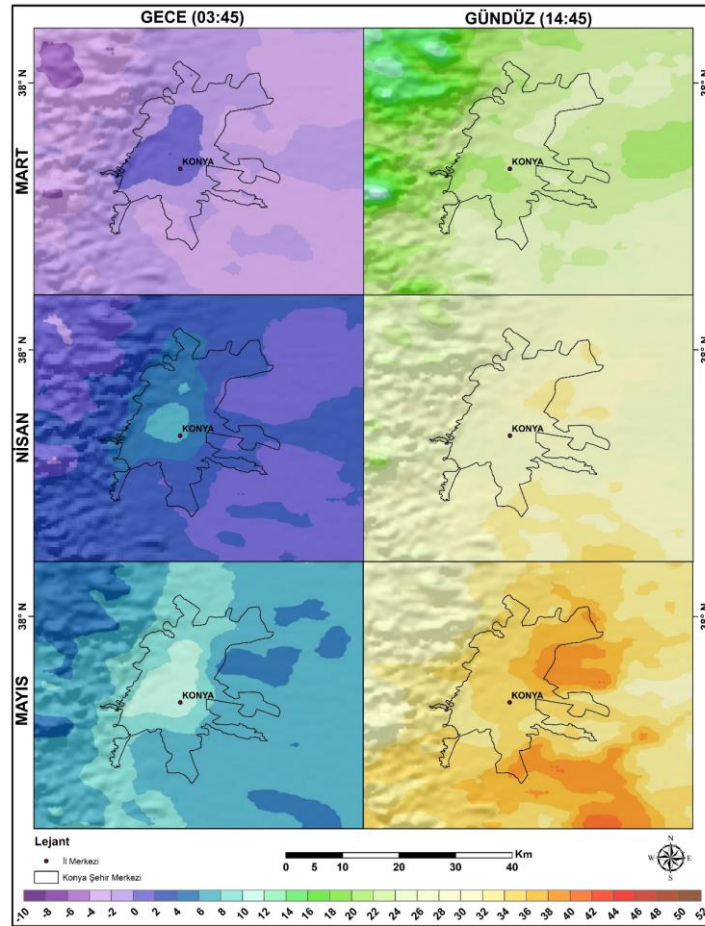
Figure 7-Surface temperature trend map for winter (Mann-Kendall) (2003-2024)

4.3. İlkbahar mevsiminde ortalama yüzey sıcaklıklarının dağılışı ve eğilimi

İlkbahar mevsiminde ortalama yüzey sıcaklıkları -6 ila 42 °C arasında değişmektedir (Şekil 8). Mart ayı gecelerinde sıcaklıklar genel olarak -4 ila 0 °C arasında değişirken, yüksek kesimlerde sıcaklık -6 °C'ye kadar düşebilmektedir. Şehir merkezinde ise yüzey ısı adası oluşmakta ve sıcaklıklar 2 °C'ye kadar ulaşmaktadır. Özellikle Musalla Bağları ve Feritpaşa mahalleleri ile Keçeciler ve Nakipoğlu mahallerinin kesişim alanlarında sıcaklıklar 4 °C'ye çıkmakta, böylelikle inceleme alanının geneline kıyasla saha $6-8$ °C daha sıcak olmaktadır. Yüzey sıcaklıklarının 10 ila 28 °C arasında değiştiği mart ayı gündüzlerinde, ova sahasında sıcaklıklar $20-28$ °C arasında değişmektedir. Gündüzleri güney-güneydoğudaki kuru ve sulu tarım arazileri en yüksek yüzey sıcaklığına sahip sahalardır.

Nisan ayı gecelerinde ise yüzey sıcaklıkları inceleme alanı genelinde $0-4$ °C arasında değişirken şehir merkezinde sıcaklık 8 °C'ye kadar çıkmaktadır (Şekil 8). Şehir merkezinin batı ve orta bölümünde yüzey ısı adası belirlemekte sıcaklıklar burada $4-6$ °C arasında değişmektedir. Merkez bölümde ise sıcaklıkların $6-8$ °C arasında değiştiği daha kuvvetli bir yüzey ısı adası oluşmaktadır. Gündüzleri Konya Ovasında yüzey sıcaklıkları 26 ila 36 °C arasında değişmektedir. İnceleme alanındaki en sıcak yüzey güneydeki çıplak arazilerdir (Şekil 2). Şehir merkezi genel olarak daha düşük sıcaklıklara sahiptir. Yalnızca şehir merkezinin kuzeydoğusunda yer alan sanayi bölgesi şehir merkezine kıyasla daha sıcaktır.

Mayıs ayı gece ölçümlerine göre inceleme sahasında yüzey sıcaklıkları 4 ila 12 °C arasında değişmektedir (Şekil 8). Diğer aylara benzer şekilde şehir merkezinde pozitif yüzey ısı adası oluşumu belirlemektedir. Ancak bu yüzey ısı adasının etki alanı önceki aylara kıyasla daha büyüktür. Gündüzleri en düşük sıcaklıklara sahip alan batıdaki dağlık sahalarken, buralarda yüzey sıcaklıkları 26 °C'ye kadar düşmektedir. Konya Ovasında ise



Şekil 8- İlkbahar mevsimine ait aylık ortalama yüzey sıcaklığı haritası (2003-2024).

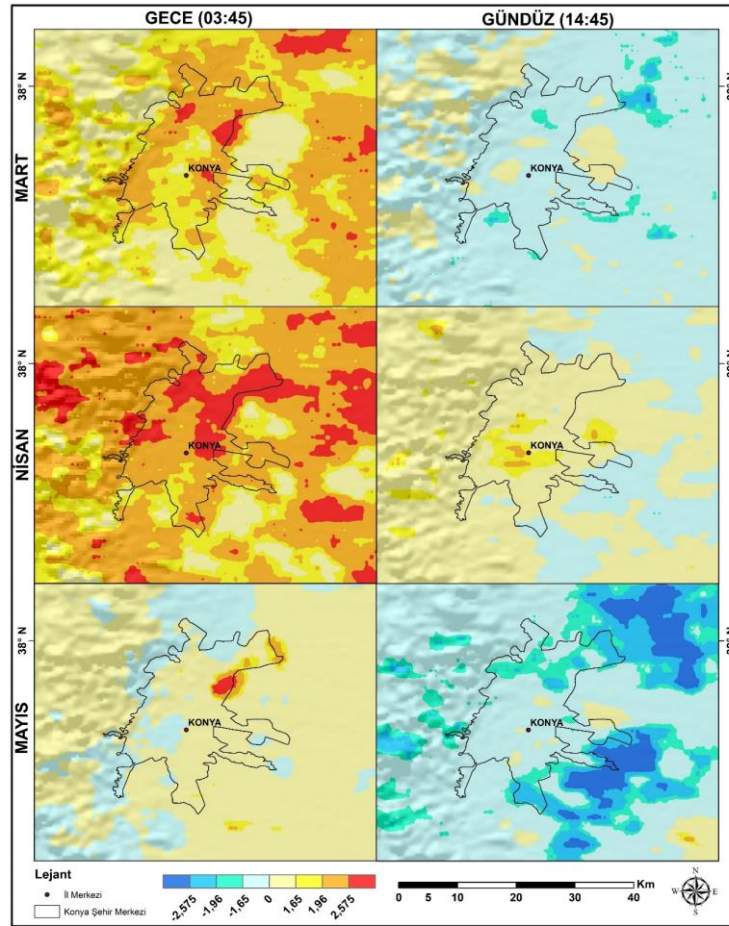
Figure 8- Monthly average surface temperature map for spring (2003-2024)

sıcaklıklar 32 ila 42 °C arasında değişmektedir. Bu ayda en sıcak saha nisan ayına benzer şekilde güneydeki çıplak sahalardır. Bunun dışında sanayi bölgesi ve meralarda yüksek yüzey sıcaklığına sahip diğer alanlardır.

Mart ayında geceleri şehir merkezi ve Konya Ovasında yer alan tarım arazilerinde anlamlı ve yer yer kuvvetli anlamlı sıcaklık artış eğilimleri bulunmaktadır (Şekil 9). Gündüzleri ise anlamlı yüzey sıcaklığı eğilimleri yok denecek kadar azdır. Sadece şehir merkezinin kuzeydoğusundaki meralar ve tarım arazilerinde anlamlı sıcaklık azalış eğilimleri söz konusudur.

Nisan ayı gecelerinde ise inceleme alanının neredeyse tamamında anlamlı yüzey sıcaklığı artış eğilimleri vardır (Şekil 9). Hatta sanayi bölgesinde, kuru tarım arazilerinde ve dağlık sahalardaki çıplak arazilerde artış eğiliminin anlamlılık düzeyi de daha kuvvetlidir. Gündüzleri ise gecelerin aksine anlamlı eğilimler çok kısıtlı alanlarda vardır. Söz konusu kısıtlı eğilimler artış yönündedir ve genellikle şehir merkezindedir.

Mayıs ayı gecelerinde sanayi bölgesi dışında anlamlı eğilim gösteren saha bulunmamaktadır (Şekil 9). Sanayi bölgesinde ise kuvvetli anlamlı sıcaklık artış eğilimleri söz konusudur. Gündüzleri ise anlamlı eğilimlerin tamamı azalış yönündedir. İnceleme alanının doğu bölümünün çoğunluğunda anlamlı hatta kuvvetli anlamlı yüzey sıcaklığı azalış eğilimi bulunmaktadır.



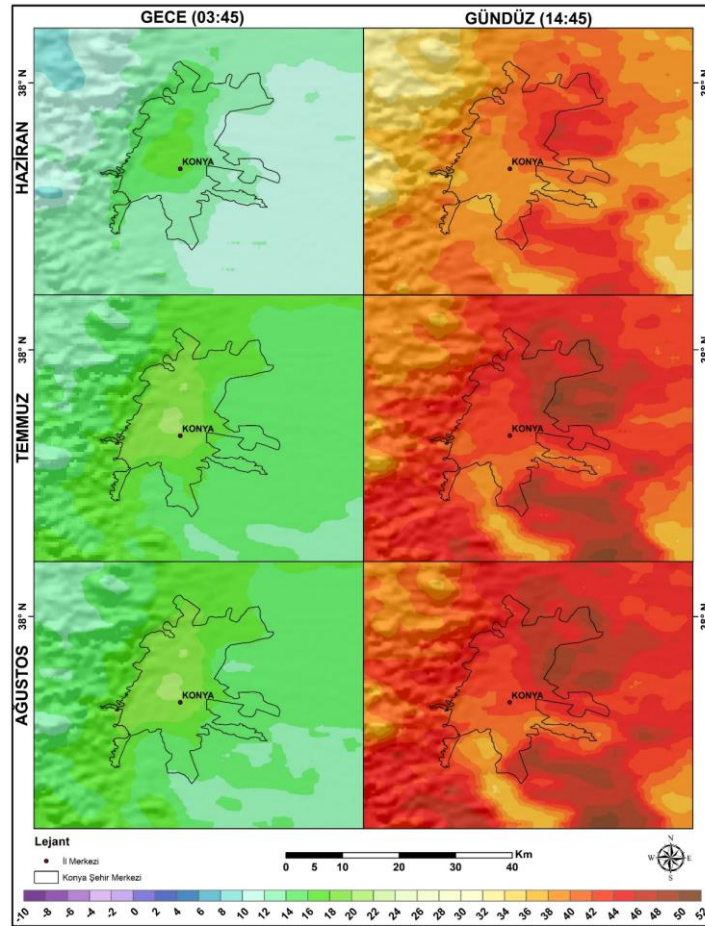
Şekil 9- İlkbahar mevsimine ait yüzey sıcaklığı eğilim haritası (Mann-Kendall) (2003-2024).

Figure 9-Surface temperature trend map for spring (Mann-Kendall) (2003-2024)

4.4. Yaz mevsiminde ortalama yüzey sıcaklıklarının dağılışı ve eğilimi

Haziran ayının gecelerinde şehir merkezi dışında sıcaklıklar 8 ila 14 °C arasında değişmektedir (Şekil 10). Şehir merkezinde ise pozitif yüzey ısı adası belirlemekte sıcaklık 16 °C'yi bulmaktadır. Şehirsiz yerleşimin en yoğun olduğu merkez bölümünde ise sıcaklıkların 18 °C'ye kadar çıktığı daha kuvvetli bir yüzey ısı adası oluşumu bulunmaktadır. Gündüzleri ise sıcaklıklar 30-48 °C arasında değişmektedir. En düşük sıcaklıklar yükseltinin etkisi ile Loras Dağı'nın zirve kesimindedir. Çıplak alanlar ve sanayi bölgeleri ise gündüzleri genellikle en sıcak sahalardır.

Temmuz ayı gecelerinde batıdaki yüksek dağlık saha ile güneydoğudaki kuru tarım arazileri yakın sıcaklık değerlerine sahiptir ve bu ayda en düşük sıcaklığa sahip alanlardır (Şekil 10). Yine dağlık alanın kalan kısmı ve Konya Ovasının büyük bölümü benzer sıcaklık değerlerine sahipken şehir merkezi ve yakın çevresi dağlık saha ve ovalık sahanın arasında bir sınır oluşturmaktadır. Burada sıcaklık kademeli olarak 16 °C'den 22 °C'ye kadar çıkmakta ve pozitif yüzey ısı adası oluşturmaktadır. Haziran ayına benzer şekilde merkezde çevresine kıyasla daha kuvvetli bir yüzey ısı adası söz konusudur ancak etki alanı haziran ayında olduğu kadar geniş değildir. Gündüzleri ise sıcaklıklar Loras Dağı'nda dahi 34 °C'nin üstüne çıkmıştır. Konya Ovasında sıcaklıklar karmaşık bir şekilde dağılmaktadır. Kuru tarım ve sulı tarım yapılan alanlar, çıplak alanlar, sanayi alanları birbirlerinden çok farklı sıcaklık değerlerine sahiptir. Diğer aylara benzer şekilde şehir merkezinin kuzeydoğusundaki ve çalışma alanının güneyindeki çıplak alanlar en sıcak alanlardır ve sıcaklıklar yıl boyunca görülen en yüksek değer olan 52 °C'ye kadar ulaşmaktadır.



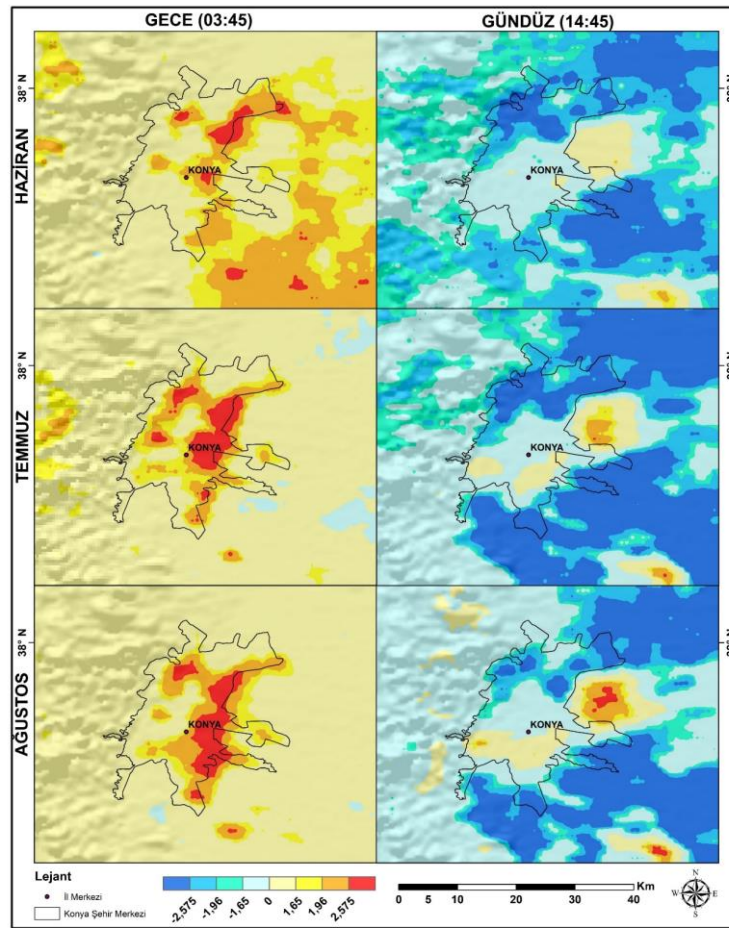
Şekil 10- Yaz mevsimine ait aylık ortalama yüzey sıcaklığı haritası (2003-2024).

Figure 10- Monthly average surface temperature map for summer (2003-2024)

Ağustos ayında geceleri temmuz ayına oldukça benzer sıcaklık dağılışına ve değerlerine sahiptir (Şekil 10). Temmuz ayına benzer şekilde ova sahasındaki kuru tarım arazileri ve çıplak alanlar dağlık sahaya birlikte en düşük sıcaklığa sahip alanlardır. Şehir merkezi ve yakın çevresi ise daha sıcak bir özellik göstermekte ve pozitif yüzey ısı adası belirlemektedir. Şehir merkezinin orta ve batı bölümleri yerleşimin daha yoğun olduğu sahalar olması nedeniyle buralarda sıcaklık değerleri daha fazladır. Özellikle merkezde adı daha önce zikredilen mahallelerin bulunduğu kesimde ayların hepsinde kuvvetli bir yüzey ısı adası meydana gelmektedir. Söz konusu kuvvetli ısı adasının etki alanı ise aydan aya değişim göstermektedir. Gündüzleri ise gecelerin aksine şehrin doğu tarafında sanayi bölgelerinin ve çıplak alanların bulunduğu sahalar çok daha yüksek sıcaklıklara sahipken şehrin batı ve orta kısımları nispeten daha düşük yüzey sıcaklıklarına sahiptir.

Haziran ayı gecelerinde anlamlı sıcaklık eğilimleri genellikle inceleme alanının doğu bölümünde toplanmıştır (Şekil 11). Bu ayda şehir doğu-kuzeydoğu bölümündeki sanayi bölgelerinde, inceleme alanının güneydoğusunda anlamlı, yer yer kuvvetli anlamlı sıcaklık artış eğilimleri mevcuttur. Gündüzleri ise gecelerin aksine yüzey sıcaklığındaki eğilimler azalış yönündedir. Şehir merkezinin orta bölümü, çıplak alanlar ve dağlık sahanın bir bölümü hariç inceleme alanının çoğunda sıcaklık azalış eğilimleri vardır.

Temmuz ayında geceleri yüzey sıcaklıklarındaki eğilimler haziran ayında olduğu gibi artış eğilimindedir (Şekil 11). Bu artışların neredeyse tamamı şehir merkezinde toplanmıştır ve çoğunlukla kuvvetli anlamlı düzeydedir. Gündüzleri ise haziran ayında olduğu gibi eğilimler azalış yönünde olup bu ayda azalış eğiliminin anlamlılığı da artmış durumdadır. Konya Ovasında şehrin yoğun yerleşimli bölümü ile çıplak sahalar hariç kuvvetli anlamlı sıcaklık azalışları bulunmaktadır. Çıplak alanlarda ise yer yer sıcaklık artış eğilimleri söz konusudur.



Şekil 11- Yaz mevsimine ait yüzey sıcaklığı eğilim haritası (Mann-Kendall) (2003-2024).

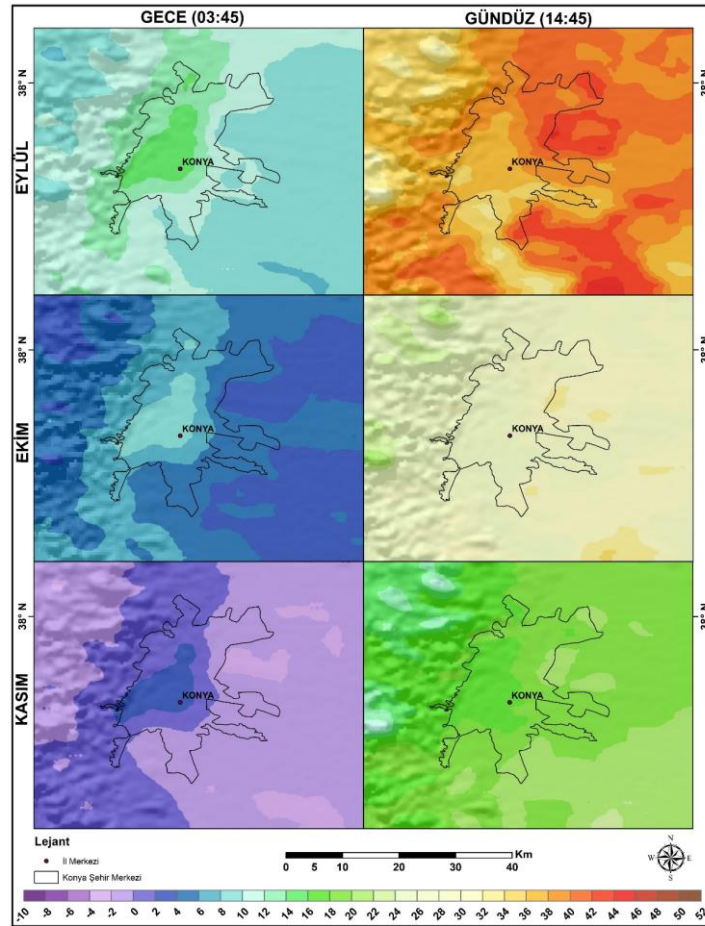
Figure 11-Surface temperature trend map for summer (Mann-Kendall) (2003-2024)

Ağustos ayı geceleri de diğer yaz aylarında olduğu gibi şehir merkezinde sıcaklık artış eğilimleri mevcuttur (Şekil 11). Şehir merkezindeki sıcaklık artışının olduğu sahalar hazirandan ağustosa kadar ve kuzeyden güneye doğru kademeli olarak genişlemektedir. Gündüzleri ova sahasının çoğunluğunda kuvvetli anlamlı sıcaklık azalış eğilimleri söz konusudur. Ancak şehrin doğusundaki ve çalışma alanının güneyindeki çıplak alanlarda sıcaklık artışları bulunmaktadır.

4.5. Sonbahar mevsiminde ortalama yüzey sıcaklıklarının dağılışı ve eğilimi

Sonbaharın gelişiyle beraber eylül ayı gecelerinde yüzey sıcaklığı yer yer 6 °C'ye kadar düşmektedir (Şekil 12). İnceleme sahasında sıcaklık genel olarak 8 ila 12 °C arasında değişmektedir. Ancak önceki aylarda olduğu gibi şehir merkezinde pozitif yüzey ısı adası belirlemekte ve sıcaklıklar 16 °C'ye kadar çıkmaktadır. Gündüzleri özellikle çıplak alanlar en sıcak yüzeylerdir ve yüzey sıcaklıkları 42 °C'nin üzerinde seyretmektedir. Sulu tarım alanları en düşük sıcaklıklara sahip sahalardan biridir ve dağlık sahalarla benzer sıcaklığa sahiptir. Buralarda yüzey sıcaklığı 32-36 °C arasında değişmektedir. Şehir merkezinin yoğun yerleşim alanı da sulu tarım arazileri dışarda tutulduğunda çevresine kıyasla daha düşük sıcaklıklara sahiptir.

Ekim ayının gecelerinde en düşük sıcaklığa sahip sahalar dağlık alanlar, çıplak alanlar ve kuru tarım arazileridir (Şekil 12). 2.040 metredeki Loras Dağı'nın zirvesi ile 1.000 metredeki ova sahasının aynı sıcaklığa sahip olması dikkat çekicidir. En sıcak alan ise tüm aylarda olduğu şehir merkezinin yoğun yerleşim sahasıdır ve yüzey ısı adası meydana gelmektedir. Gündüzleri Loras Dağı'nın zirvesinde sıcaklıklar 18 °C'ye kadar düşmektedir. En yüksek yüzey sıcaklığına sahip sahalar ise güneydeki çıplak alanlardır. Sanayileşmenin yoğun olduğu kuzeydoğu bölüm, ova tabanının geneline yakın sıcaklıklara sahipken, yerleşim alanlarının olduğu bölüm sulu tarım arazileri ile birlikte ova sahasındaki en düşük sıcaklıklara sahiptir.



Şekil 12- Sonbahar mevsimine ait aylık ortalama yüzey sıcaklığı haritası (2003-2024).

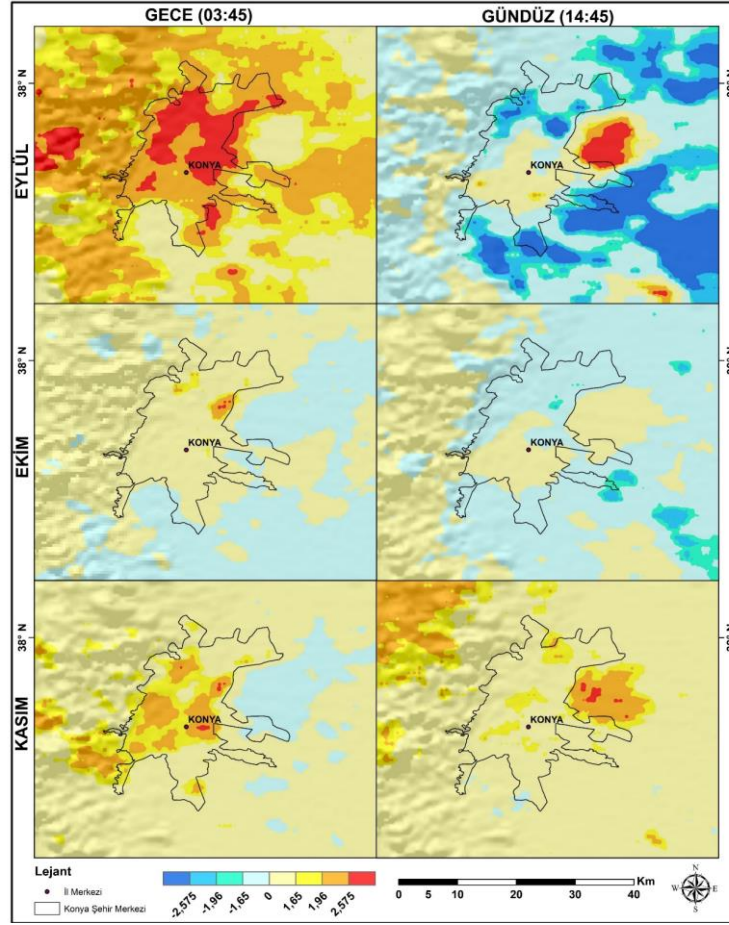
Figure 12- Monthly average surface temperature map for autumn (2003-2024)

Kasım ayının gecelerinde ise Konya ovasındaki çıplak araziler yüksek dağlık alanlardan bile daha düşük sıcaklıklara sahiptir (Şekil 12). Buralarda sıcaklıklar -4°C 'ye kadar düşmektedir. Şehir merkezi ise çevresine göre daha sıcaktır ve sıcaklıklar 4°C 'ye kadar çıkmaktadır. Gündüzleri Loras Dağı zirvesi en soğuk sahadır ve sıcaklık $10-12^{\circ}\text{C}$ civarındadır. Ova tabanında ise sıcaklık genel olarak $18-22^{\circ}\text{C}$ arasında değişmektedir. Ancak güneydeki çıplak sahada sıcaklık 24°C 'ye kadar çıkarken, şehir merkezinde geceleri ısı adası beliren sahada sıcaklık 16°C 'ye kadar düşmektedir.

Eylül ayı gecelerinde yüzey sıcaklıklarındaki eğilim artış yönlüdür (Şekil 13). İnceleme sahasında kabaca çıplak araziler dışında tüm sahada sıcaklık artış eğilimleri mevcuttur. Özellikle şehir merkezinde eğilimin anlamlılık derecesi de artmaktadır. Gündüzleri ise dağlık sahada herhangi bir eğilim yokken, ova sahasında çoğunlukla sıcaklık azalış eğilimleri bulunmaktadır. Yalnızca çıplak alanlarda kuvvetli yüzey sıcaklığı artış eğilimleri söz konusudur.

Ekim ayının gece ve gündüzlerinde anlamlı sıcaklık eğilimleri oldukça dar bir alanda sıkışmış durumdadır (Şekil 13). Geceleri şehir merkezinin doğusunda dar bir alanda sıcaklık artış eğilimleri varken, gündüzleri de yer yer kuru tarım arazilerinde sıcaklık azalış eğilimi vardır.

Kasım ayında ise hem geceleri hem de gündüzleri sıcaklıklar artma eğilimindedir (Şekil 13). Bu eğilimler geceleri çoğunlukla şehir merkezinde toplanmış durumdadır. Gündüzleri ise dağlık sahanın belli bir bölümü ile şehir merkezinin doğusundaki çıplak alanda anlamlı sıcaklık artış eğilimleri söz konusudur.



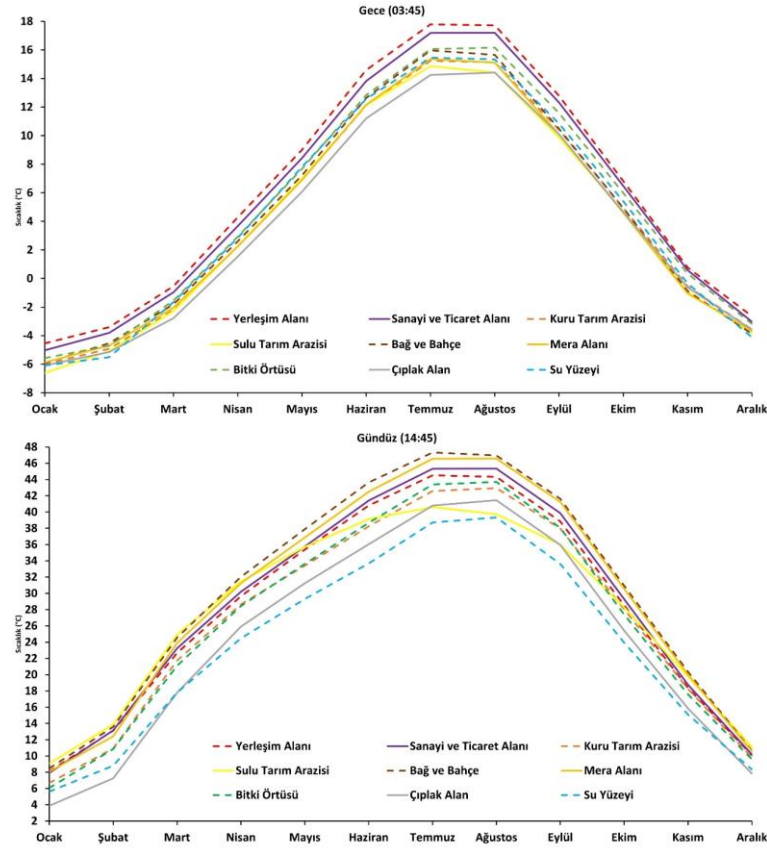
Şekil 13- Sonbahar mevsimine ait yüzey sıcaklığı eğilim haritası (Mann-Kendall) (2003-2024).

Figure 13-Surface temperature trend map for autumn (Mann-Kendall) (2003-2024)

4.6. Arazi örtüsüne göre yüzey sıcaklıklarının dağılışı

Arazi örtüsü ile yüzey sıcaklığı arasındaki ilişki incelendiğinde; geceleri tüm aylarda en sıcak yüzeyler yerleşim alanıdır (Şekil 14). Zaten geceleri şehir merkezinde tüm aylarda etki alanı ve kuvveti değişmekle beraber pozitif yüzey ısı adası oluşmaktadır. Yerleşim alanından sonra ise sanayi ve ticaret alanları tüm aylarda en sıcak yüzeylerdir. En soğuk yüzeyler ise en sıcak yüzeylere nazaran aylara göre daha karışık bir dağılım göstermektedir. Ocak ayında en soğuk yüzeyler kuru ve sulu tarım arazileri iken şubat ayında çıplak alanlar ve su yüzeyleridir. Ancak genel olarak geceleri en soğuk yüzeyler çıplak alanlardır. Ona su yüzeyleri, mera alanları, kuru ve sulu tarım arazileri eşlik etmektedir. Ocak ayında en sıcak (yerleşim alanı) ve en soğuk (sulu tarım arazisi) yüzeyler arasındaki sıcaklık farkı 2,07 °C iken, temmuz ayında en sıcak (yerleşim alanı) ve en soğuk (çıplak alan) yüzeyler arasındaki fark 3,55 °C'ye kadar çıkmaktadır.

Gündüzleri ise en sıcak yüzeylerin dağılımında mevsimselliğin önemi vardır (Şekil 14). Kış aylarında ve ilkbahar başında yani soğuk dönemde sulu tarım arazileri en sıcak yüzeylerken nisan-kasım ayları arasında yani sıcak dönemde bağ ve bahçeler hemen ardından mera alanları en sıcak yüzeylerdir. Bağ ve bahçeler tüm aylarda en sıcak birinci veya ikinci yüzeylerdir. Gündüzleri en soğuk yüzeyler ise su yüzeyleridir. Su yüzeylerine çıplak alanlar ve yaz aylarında sulu tarım arazileri de eşlik etmektedir. Ocak ayında en sıcak (sulu tarım arazisi) ve en soğuk (çıplak alan) yüzeyler arasındaki yüzey sıcaklığı farkı 5,2 °C iken temmuz ayında en sıcak (bağ ve bahçe) ve en soğuk (su yüzeyi) yüzeyler arasındaki fark 8,6 °C'ye çıkmaktadır. Yüzeylerin özgül ısı, termal iletkenlik ve ısı tutma kapasitesindeki farklılıklar yüzey sıcaklıklarında bu tür farklılıkların ortaya çıkmasına neden olmaktadır (Yılmaz, 2013).



Şekil 14- Yüzey sıcaklığının arazi örtüsüne göre dağılımı.

Figure 14- Distribution of land surface temperature according to land cover

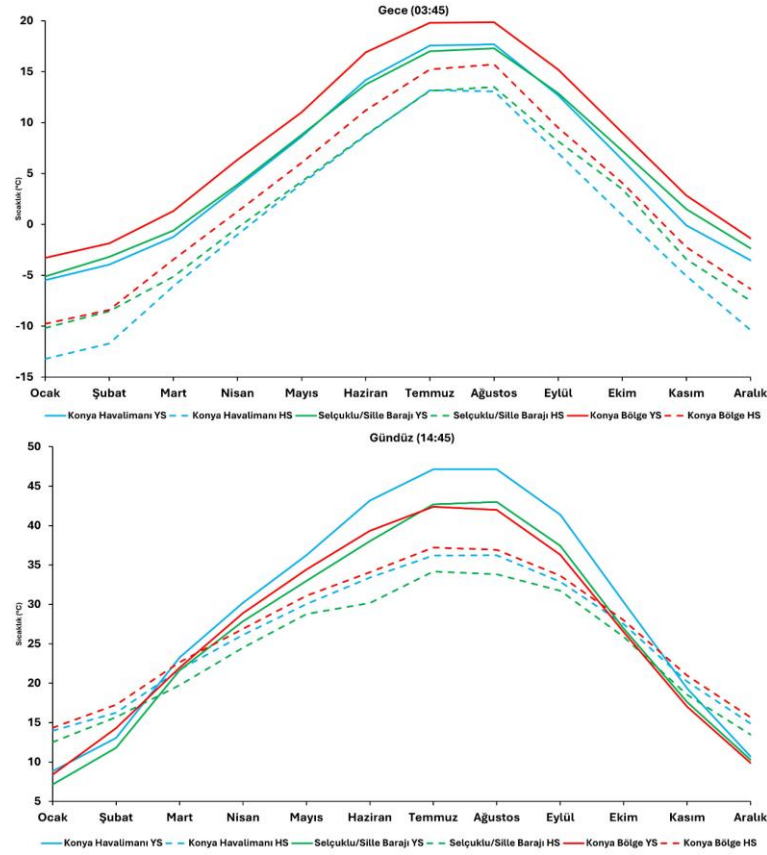
4.7. Uydu verileri ile meteoroloji istasyonu verilerinin karşılaştırılması

Hava sıcaklıkları ile yüzey sıcaklıklarının nasıl bir ilişki gösterdiğini ortaya koyabilmek adına meteoroloji istasyonlarından alınan aylık ortalama minimum ve maksimum hava sıcaklıkları ile istasyonların yer aldığı noktanın aylık ortalama yüzey sıcaklıkları karşılaştırılmıştır. Karşılaştırmalarda, gece 03:45'te ölçülen yüzey sıcaklıkları ile minimum hava sıcaklıkları, gündüz 14:45'te ölçülen yüzey sıcaklıkları ile maksimum hava sıcaklıkları kullanılmıştır (Şekil 15).

Gece saatlerinde hem yüzey hem de hava sıcaklığı olarak Konya Bölge istasyonunun bulunduğu saha en sıcak alandır (Şekil 15). Yaz ayları dışında hem yüzey hem de hava sıcaklığı olarak en soğuk saha Konya Havalimanıdır. Yaz aylarında özellikle yüzey sıcaklıkları Selçuklu/Sille Barajı'nda daha düşüktür. Yüzey sıcaklıkları ve hava sıcaklıkları arasındaki farklar incelendiğinde; tüm istasyonlarda kış aylarında yüzey ve hava sıcaklıkları arasındaki fark fazla iken yaz aylarında bu fark azalmaktadır. Kış aylarında sıcaklık farkı 5-7 °C arasında değişirken yaz aylarında fark 3-4 °C civarındadır. Şehirsel alanı temsil eden Konya Bölge istasyonun hava sıcaklığı değerlerinin yarı-kentsel ve kırsal alanlara göre belirgin bir şekilde yüksek olması kentte şehir ısı adası oluşumuna da işaret etmektedir. Yüzey sıcaklığı olarak çevresine kıyasla çok daha sıcak olan şehir merkezinde hava sıcaklıklarının da çevresine kıyasla yüksek olması şaşırtıcı değildir. Çiçek ve Doğan'ın (2006) Ankara'yı konu alan çalışmasına benzer şekilde bu çalışmada da maksimum ısı adası kış aylarında ortaya çıkmaktadır. Yapılan birçok çalışmada genel olarak maksimum ısı adası sıcak periyotta yani haziran-eylül ayları arasında tespit edilmektedir.

Gündüzleri ise durum gece ölçümlerine kıyasla oldukça farklıdır (Şekil 15). Kasım-mart ayları arasındaki soğuk dönem hava sıcaklıkları, yüzey sıcaklıklarına kıyasla daha yüksekken, sıcak dönemde yüzey sıcaklıkları, hava sıcaklıklarına göre daha yüksektir. Özellikle yarı-kentsel ve kırsal istasyonlarda yüzeylerin çok daha hızlı ısınması sonucunda yaz aylarında yüzey ve hava sıcaklıklarındaki farklar zirveye çıkmaktadır. Bu periyotta

sıcaklık farkı 11 °C'ye yaklaşmaktadır. Konya Havalimanının hava sıcaklıkları şehre göre daha düşük olsa da geçirimsiz yüzeylerden oluşması nedeniyle yüzey sıcaklıkları çok daha yüksektir. Zaten yaz aylarında sıcaklık farkının açılmasında etkili olan sebep budur. Yerleşim alanı geceleri olduğu gibi gündüzleri de daha yüksek hava sıcaklığı değerlerine sahip olsa da daha düşük yüzey sıcaklığı değerlerine sahiptir.



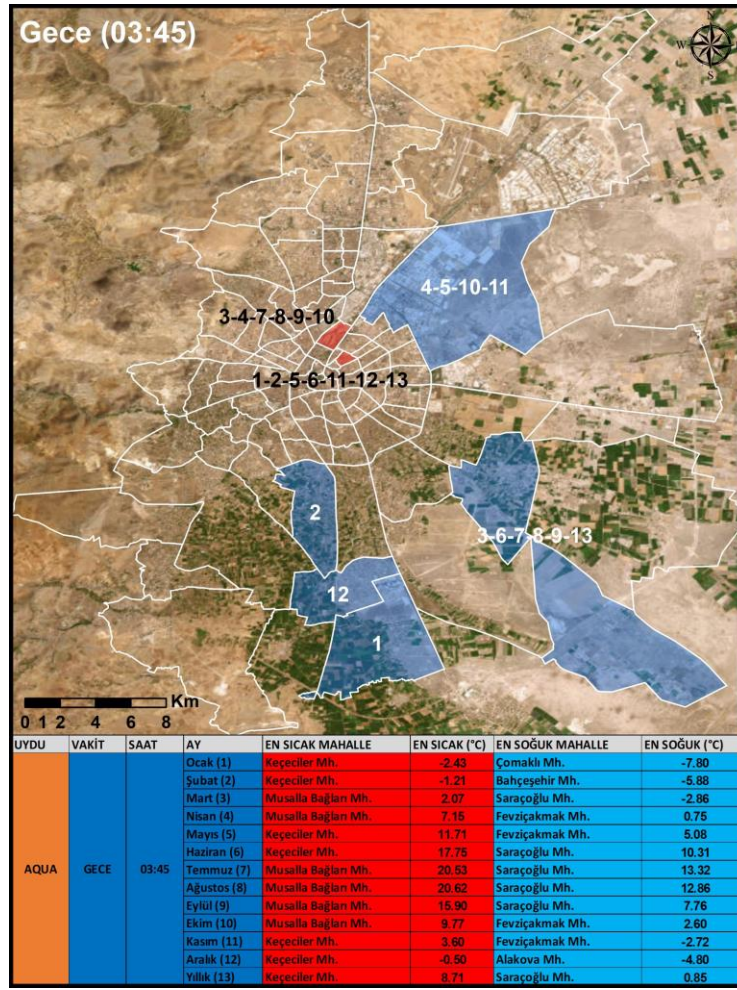
Şekil 15- Yüzey sıcaklıkları ile hava sıcaklıklarının karşılaştırılması.

Figure 15- Comparison of land surface temperatures and air temperatures

4.8. Konya şehir merkezinden en sıcak ve en soğuk mahalleler

Konya şehir merkezinde yer alan 104 mahallenin ortalama yüzey sıcaklığı verileri incelenerek gece ve gündüz saatlerindeki en sıcak ve soğuk mahalleler ortaya konulmuştur. En sıcak mahalleler kırmızı ile gösterilirken, en soğuk mahalleler ise mavi renkle gösterilmiştir. Bir mahalle bazı aylarda en sıcak bazı aylarda ise en soğuk mahalle ise orası turuncu renk ile gösterilmiştir (Şekil 16-17).

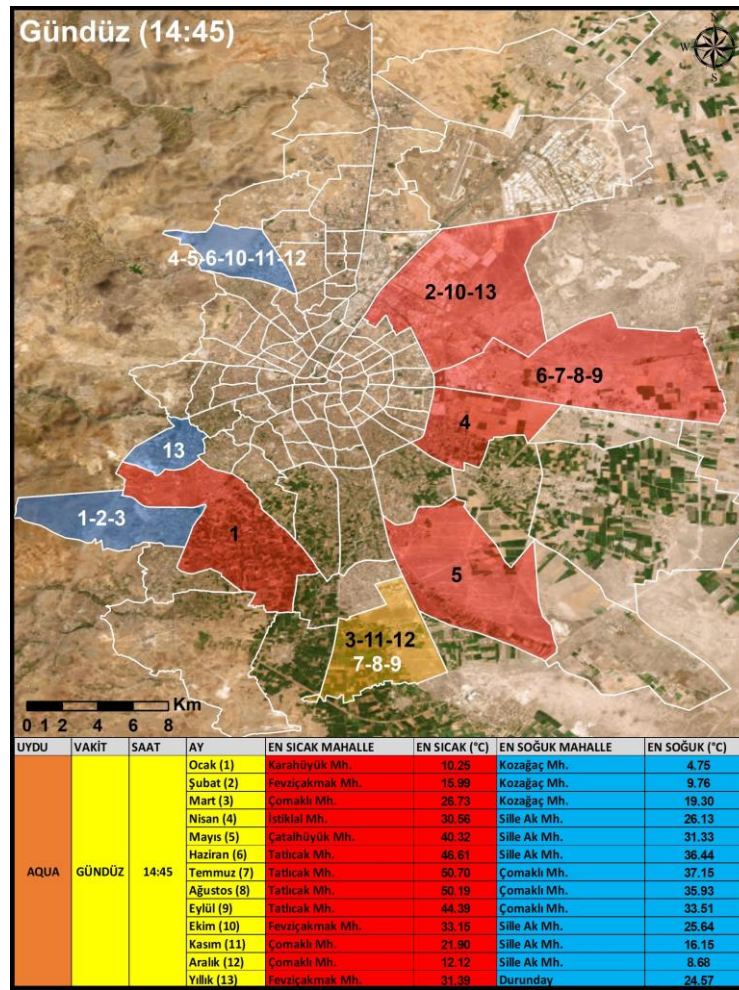
Gece saat 03:45'te en yüksek yüzey sıcaklığına sahip mahalleler şehirleşmenin en yoğun olduğu mahallelerden Keçeciler ve Musalla Bağları mahalleleridir (Şekil 16). Musalla Bağları mahallesi çarşı, pazar ve alışveriş merkezi gibi antropojenik faaliyetlerin fazla olduğu sahaları da içinde barındırmaktadır. Özellikle kış aylarında yoğun yerleşime sahip Keçeciler en sıcak mahalledir. Şehrin bu bölgelerinde yoğun ısınma faaliyetleri ve araç kullanımına bağlı olarak yüzey sıcaklıkları yükselmektedir. Söz konusu mahalleler önceki bölümlerde kuvvetli yüzey ısı adası içerisinde adı anılan mahalleler arasındadır ancak bu mahalleler diğerlerine kıyasla daha sıcaktır. En soğuk mahalleler ise Çomaklı, Bahçeşehir, Saraçoğlu, Fevziçakmak ve Alakova mahalleleridir. Bu mahalleler genellikle şehir çeperinin en dışında yer alan düşük yerleşim ve nüfus yoğunluğuna sahip sahalardır. Fevziçakmak mahallesinin içinde sanayi bölgesi ve oto pazarı bulunmaktadır. Bu tür sahalarda geceleri antropojenik ısı yayımı en düşük seviyedir. Geceleri aralık ayında en sıcak (Keçeciler Mh.) ve en soğuk (Alakova Mh.) mahalleler arasındaki yüzey sıcaklığı farkı 4,3 °C iken, eylül ayında en sıcak (Musalla Bağları Mh.) ve en soğuk (Saraçoğlu Mh.) mahalleler arasındaki yüzey sıcaklığı farkı 8,14 °C'ye kadar çıkmaktadır.



Şekil 16- Saat 03:45 ölçümüne göre Konya şehir merkezindeki en sıcak ve en soğuk mahalleler (Haritadaki sayılar ayları ifade etmektedir).

Figure 16- The hottest and coldest neighborhoods in Konya city center according to the measurement at 03:45 (Numbers on the map refer to months)

Gündüzleri ise gece saatlerinin aksi bir durum söz konusudur. Fevziçakmak ve Çomaklı gibi geceleri soğuk olan mahalleler özellikle kış aylarında ve uzun yıllık ortalamalarda en sıcak mahalleler olarak belirmektedir (Şekil 17). Fevziçakmak mahallesinin sanayi bölgesi ve oto pazarı bulundurduğundan bahsedilmiştir. Bu tür alanlar hem yapı malzemesi gereği hem de gündüzleri antropojenik ısı yayımının fazla olması nedeniyle hızla ısınmaktadır. Diğer aylarda da en sıcak olan mahalleler genellikle yüz ölçümü büyük şehrin dışında olan ve mahalle sınırları içerisinde çıplak arazileri ve kuru tarım arazileri olan alanlardır. Gündüzleri bu tür alanların hızla ısınmasından dolayı bu mahalleler en sıcak mahalleler olarak ortaya çıkmaktadır. Gündüzleri en soğuk mahalleler ise şehrin batı bölümünde yükseltinin diğerlerine kıyasla daha fazla olduğu Kozağaç, Silile Ak ve Durunday gibi mahallelerdir. Uzun yıllık ortalamalara göre en soğuk mahalle olan Durunday diğer mahallelere kıyasla daha yeşil bir sahadır. Mahallede orman sahası ve etrafı yeşillendirilmiş villa tarzı yapılar bulunmaktadır. Kış aylarında en sıcak mahalle olan Çomaklı ise yazları en soğuk mahalledir. Bu mahallenin içerisinde sululu tarım arazilerinin yer alması bu sonuçta etkilidir. Geceleri aralık ayında en sıcak (Çomaklı Mh.) ve en soğuk (Silile Ak Mh.) mahalleler arasındaki yüzey sıcaklığı farkı 3,44 °C iken, ağustos ayında en sıcak (Tatlıcak Mh.) ve en soğuk (Çomaklı Mh.) mahalleler arasındaki yüzey sıcaklığı farkı 14,26 °C'ye kadar çıkmaktadır.



Şekil 17- Saat 14:45 ölçümüne göre Konya şehir merkezindeki en sıcak ve en soğuk mahalleler (Haritadaki sayılar ayları ifade etmektedir).

Figure 17- The hottest and coldest neighborhoods in Konya city center according to the measurement at 14:45 (Numbers on the map refer to months)

5. TARTIŞMA

Türkiye’de termal sensörlere sahip uydu görüntüleri ile gerçekleştirilen şehir klimatolojisi çalışmaları çoğunlukla İstanbul, Ankara ve İzmir’i konu almaktadır (Aksak vd., 2023; Ay, 2024; Cigerci, 2021; Corumluoglu & Asri, 2015; Çelik, 2019; Çiçek vd., 2013; Duman Yüksel, 2005; Duman Yüksel & Yılmaz, 2008; Eminoğlu, 2023; Erdem Okumuş, 2022; Ergene, 2016; Kanter Otçu, 2023; Kayahan, 2020; Kesgin Atak, 2020; Khorrami & Gündüz, 2019; Kuşçu Şimşek, 2013; Kuşçu Şimşek & Şengezer, 2012; Oguz vd., 2019; Özbilge, 2020; Parsova, 2020; Şenlik & Yılmaz, 2023, 2024; Şentürk & Çubukçu, 2022, 2023; Somuncu, 2021; Temizöz, 2019; Tunçbilek, 2023; Ünsal vd., 2024; Yavaşlı, 2017; Yavaşlı vd., 2018; Yıldız, 2024; Yılmaz, 2013; Yüksel & Coşkun Hepcan, 2023; Zaeemdar, 2019). Nüfus bakımından Türkiye’nin en büyük şehirleri olan söz konusu kentler aynı zamanda hızla sanayileşmiş ve yoğun turizm faaliyetlerinin yapıldığı sahalardır. Bu şehirlerde yapılan çalışmalara göre özellikle şehir alanları ve sanayi alanları en yüksek sıcaklıklara sahip sahalarken, su yüzeyleri ve bitki örtüsünün bulunduğu sahalar düşük yüzey sıcaklıklarına sahiptir. Bu kentleri ele alan çalışmalarda gece ve gündüz durumu ele alındığında da sıcak ve soğuk olan alanların günün vakitlerine göre değiştiği anlaşılmaktadır. Ayrıca şehrin yüzey ısı adası özelliği göstermesi veya gösterdiği sahalar gündüz ve gece olma durumuna göre değişiklik göstermektedir.

Büyük bir nüfusa sahip olan Konya kenti hızla büyümeye ve gelişmeye devam etmektedir. Ayrıca tarihi ve kültürel öneminden ötürü kent turizm açısından da bir çekim alanı haline gelmektedir. Böyle önemli bir kenti konu alan şehir klimatolojisi çalışmaları (Bozyiğit, 1996; Çiçek & Türkoğlu, 2007; Çiftçi vd., 2013; Çobanyıldız,

2016; Kara vd., 2018; Koçak, 2022) olsa da uzaktan algılama teknolojileri kullanılarak yapılan çalışmalarda bir eksiklik söz konusudur. Doğan'ın (2023) Türkiye'yi ele aldığı çalışmada seçilen örnek iller arasında Konya'da bulunmaktadır. Çalışmada MODIS verileri kullanılarak Türkiye genelinde yıllara göre yüzey sıcaklığı durumu incelenmiş ayrıca örnek illerdeki kırsal-kentsel alanlar arasındaki duruma da bakılmıştır. Bu çalışmaya paralel olarak gündüzleri kentsel alanların kırsal sahalardan daha sıcak olmadığı hatta bazı kırsal sahaların kentsel alanlara kıyasla daha sıcak olduğu görülmüştür. Geceleri ise kentsel alanların kırsal alanlara kıyasla daha sıcak olduğu anlaşılmıştır. Ancak çalışmanın ana motivasyonu Türkiye genelini ele almak olduğu için örnek illerden olan Konya'nın durumu detaylı olarak ele alınmamıştır.

Yılmaz'ın (2017a) yedi farklı ildeki ısı adası özelliklerini incelediği çalışmasında da örnek illerden birisi Konya'dır. Çalışmada bu çalışmaya oldukça benzer sonuçlar elde edilmiştir. Geceleri Konya şehir merkezi pozitif yüzey ısı adası olarak belirmektedir. Ancak gündüzleri bu durum tamamen değişmekte şehir merkezi negatif yüzey ısı adası durumuna gelmektedir. Bu çalışmada da geceleri Konya net bir şekilde pozitif yüzey ısı adasıdır. Gündüzleri ise kırsal sahalara göre daha düşük sıcaklıklar gösterse de Yılmaz'ın (2017a) çalışmasında olduğu gibi net bir negatif yüzey ısı adası belirmemektedir. Bu durumda Yılmaz'ın (2017a) çalışma periyodu ve kullandığı veri seti etkilidir. Gündüz ölçümleri için tercih edilen Landsat 8 uydusunun Türkiye saati ile yaklaşık 09:00-10:00 civarında veri toplaması bu sonucun görülmesinde önemli rol oynamaktadır. Güneşin doğumuyla beraber kırsal sahanın hızla ısınması ve kentsel sahanın geç ısınması bu saatlerde sıcaklık farkının daha fazla olmasına bu nedenle şehirde negatif yüzey ısı adası oluşumuna neden olmaktadır. Bu çalışmada ise günün en sıcak (14:45) zamanında veri toplayan AQUA uydusunun tercih edilmesi kent ile kırsal arasındaki sıcaklık farkının sabahın ilk vakitlerine nispeten daha az olmasına sebep olmaktadır. Ayrıca Yılmaz'ın (2017a) çalışmasının sıcak periyodu konu alması da bu etkiyi güçlendirmiş olması muhtemeldir. Bu çalışma 22 yıla ait aylık ve uzun yıllık durumun incelenmesi bakımından farklılık göstermektedir. Bu çalışmada sadece sıcak dönemdeki durum değil tüm aylardaki durum incelenmiştir. Uyduların ölçüm zamanları ve çalışmaların periyodlarından ötürü iki çalışma arasında benzerlikler olduğu kadar farklılıklarda bulunmaktadır.

Canan (2017) kent geometrisinin ısı adası üzerindeki etkisini inceleyen çalışmasında Konya şehrinden 4 örnek lokasyon seçmiştir. Çalışma sonucunda gökyüzü görüş oranı düşük yani şehirleşmenin yoğun olduğu sahalarda şehir ısı adası etkisinin daha fazla olduğu anlaşılmıştır. Bu çalışmanın sonucunda özellikle geceleri gökyüzü görüş oranının düşük yani yapılaşmanın yoğun olduğu mahallelerin en yüksek yüzey sıcaklıklarına sahip olması Canan'ın (2017) çalışmasının sonuçlarını doğrulamaktadır.

Konya şehrinde özellikle gündüzleri çevresine kıyasla daha düşük sıcaklıkların görülmesi dikkat çekicidir. Büyük şehirlerde yapılan birçok çalışmada şehrin farklı bölgelerinde de olsa şehir merkezi hem gündüz hem de gece pozitif yüzey ısı adası durumundadır. Örneğin Bursa, İzmir, Manisa ve Kastamonu'yu konu alan çalışmalarda geceleri şehir alanlarında, gündüzleri ise sanayi ve ticaret alanlarında pozitif yüzey ısı adası oluşumu meydana gelmektedir (Kırcı & Yılmaz, 2024; Şenlik & Çiçek, 2025; Şenlik & Yılmaz, 2023, 2024). Ancak step sahalarda bulunan kentlerde bu durum değişmektedir. Ankara, Batman, Diyarbakır, Gaziantep, Malatya, Mardin ve Şanlıurfa gibi step sahasında kurulmuş kentleri konu alan çalışmalarda gündüzleri kentin kırsal alanlara kıyasla daha düşük sıcaklıklar gösterdiği ve negatif yüzey ısı adasının meydana geldiği görülmüştür (Alkan vd., 2017; Çiçek vd., 2013; Çirkin vd., 2024; Dihkan, 2015; Doğan, 2023; Duman Yüksel, 2005; Duman Yüksel & Yılmaz, 2008; Oguz, 2017; Ünsal ve Avcı, 2023; Yıldız, 2024; Yılmaz, 2013; Yılmaz 2017a). Günün ilk ışıklarıyla beraber step alanlarının hızla ısınması sonucunda bu alanlar kentlerden daha sıcak bir hale gelmektedir. Geceleri ise step sahası aynı hızla ısınıp kaybederken kentsel alan daha yavaş bir şekilde ısınıp kaybetmekte ve geceleri kentler kırsal alanlara göre daha sıcak bir hale gelmektedir. Bu durumda kentleri ve kırsal sahalara meydana getiren materyallerin farklılığı etkilidir. Bu sahalara meydana getiren malzemeler arasındaki özgül ısı, ısı tutma kapasitesi ve termal iletkenlik farklılıkları kentsel ve kırsal sahalarda ısınma ve soğuma süreçlerinde farklılıklara yol açmaktadır. Kentleri meydana getiren beton, tuğla veya asfalt gibi malzemeler yüksek özgül ısıya sahip olmaları nedeniyle nispeten daha geç ısınıp daha geç soğumaktadır. Ancak kırsal alanları meydana getiren taş ve toprak yüzeyler düşük özgül ısıya sahip olmalarından ötürü daha hızlı ısınıp daha hızlı soğumaktadırlar.

6. SONUÇ

Bu çalışmada Konya şehir merkezi ve yakın çevresinde 2003-2024 yılları arasına ait yüzey sıcaklığı dağılışı ve eğilimi incelenmiş, yüzey sıcaklığı ile arazi örtüsü arasındaki ilişki ele alınmış, farklı karakterlere sahip meteoroloji istasyonlarından alınan hava sıcaklıkları ile yüzey sıcaklıkları karşılaştırılmış ve şehir merkezindeki en yüksek ve en düşük yüzey sıcaklığına sahip mahalleler belirlenmiştir. Çalışmanın sonuçları aşağıdaki gibidir;

- İnceleme alanında yüzey sıcaklıklarının dağılımı gündüz ve geceleri oldukça farklıdır. Gündüzleri şehir merkezi ve sulı tarım arazileri düşük yüzey sıcaklığına sahipken özellikle çıplak alanlar ve kuru tarım arazileri yüksek sıcaklıklar sahiptir. Geceleri ise şehir merkezi çevresine göre çok daha sıcaktır ve pozitif yüzey ısı adası belirlemektedir. Hatta ayların çoğunda şehrin merkezinde şehrin geneline göre daha da kuvvetli bir yüzey ısı adası oluşumu meydana gelmektedir.
- Yüzey sıcaklıklarındaki eğilimler aydan aya farklılıklar gösterse de özellikle geceleri zaten sıcak olan şehir merkezi giderek daha da ısınmaktadır. Yüzey sıcaklıklarındaki bu artış eğilimi bazı aylarda gündüzleri de söz konusudur. Uzun yıllık haritalarda ise hem geceleri hem gündüzleri şehir merkezinde sıcaklık artış eğilimi söz konusudur. Ancak geceleri eğilimin görüldüğü saha daha fazladır ve eğilimin anlamlılığı daha kuvvetlidir.
- Arazi örtüsü ile yüzey sıcaklığı ilişkisi incelendiğinde; geceleri en sıcak yüzeyler yerleşim alanı ile sanayi ve ticaret alanlarıdır. Çıplak alanlar, su yüzeyleri ve sulı tarım arazileri ise en soğuk yüzeylerdir. Gündüzleri ise soğuk dönemde sulı tarım arazileri en sıcak yüzeylerken sıcak dönemde bağ ve bahçeler ayrıca mera alanları en sıcak yüzeylerdir. Su yüzeyleri ve çıplak alanlar gündüzleri en düşük yüzey sıcaklığına sahip alanlardır. Özellikle yaz aylarında sulı tarım arazileri de en soğuk yüzeyler arasındadır.
- Yüzey sıcaklıkları üzerinde yüzeyin nem durumu ve bitki fenolojisinin de büyük bir etkisi bulunmaktadır. Özellikle yaz ve sonbahar aylarında yani sıcak dönemde sürekli sulanan tarım arazileri, sulanmayan tarım arazilerine kıyasla daha düşük sıcaklıklara sahiptir. Buna karşın sulanan alanlar soğuk dönemde sulanmayan alanlara kıyasla daha yüksek sıcaklıklara sahiptir. Ayrıca ilkbaharda ekilip, temmuz-ekim ayları arasında hasat edilen ve büyük bir üretim hacmine sahip olan mısır gibi tarım ürünleri de yüzey sıcaklığını düşürücü bir etkiye sahiptir. Özellikle mayıs-eylül arasında tarım arazilerinde görülen sıcaklık düşme eğilimlerinde sulamalı tarımında etkili olması mümkündür.
- Hava sıcaklıkları gündüzleri soğuk dönemde yüzey sıcaklıklarından yüksek iken sıcak dönemde bu durum tam tersidir. Geceleri ise yüzey sıcaklıkları her zaman hava sıcaklıklarından yüksektir. Şehirsiz alanı temsil eden Konya Bölge istasyonundan alınan verilere göre alanda kırsal sahalara göre yüzey sıcaklığının yüksek olduğu gibi hava sıcaklıkları da yüksektir. Bu durum şehirde yüzey ısı adası ek olarak şehir ısı adasının da varlığına işaret etmektedir.
- Geceleri şehir merkezinde Keçeciler ve Musalla Bağları mahalleleri en sıcak mahallerdir. Söz konusu en sıcak mahalleler ile en soğuk mahalleler arasındaki sıcaklık farkı 4 ila 8 °C arasında değişmektedir. Gündüzleri ise sanayi bölgesi olan ve mahalle sınırlarında çıplak arazilerin ve kuru tarım arazilerinin bulunduğu mahalleler en sıcak sahalardır olmuştur. Diğerlerine kıyasla bitki örtüsünün daha yoğun olduğu Durunday gibi mahalleler en soğuk mahalleler olarak belirmiştir.

Bu çalışmada Türkiye'nin en büyük kentlerinden biri olan ve hızla şehirleşmeye devam eden Konya şehrinde, şehir ikliminin gidişatı detaylı olarak incelenmiştir. Çevresine göre daha sıcak olan ve giderek daha da ısınan şehirde ileriye yönelik tedbirlerin alınması şarttır. Şehirdeki yüksek sıcaklıklar yazın soğutma giderlerini arttıracak gibi halk sağlığı açısından da tehlike arz etmektedir. Bundan sonraki süreçte yapılacak olan şehir planlamaların da şehir ikliminin de göz ardı edilmemesi gerekmektedir. Yeşil alanların şehrin yalnızca belirli bölgelerinde değil özellikle yüksek sıcaklıklara sahip alanlarda da bulunması ve sıcaklığı düşürücü etkisinden yararlanılması elzemdir. Türkiye'nin büyük kentlerinde değişen şehir iklimi koşullarının da farklı veri setleri ve güncel çalışmalar ile takip edilmesi son derece önemlidir.

Çıkar Çatışması / Conflict of Interest	Yazarlar çıkar çatışması bildirmemiştir. The authors declared no conflict of interest
Finansal Destek / Funding conditions	Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir. The authors declared that he received no financial support for this study
Yazar Katkıları / Author Contributions	Yazarlar / Authors
Çalışmanın içeriği ve tasarımı/Conception/Design of Study	Y. F. Şenlik – İ. Çiçek
Metodoloji / Methodology	Y. F. Şenlik – İ. Çiçek
Veri toplama-oluşturma-iyileştirme / Data Curation	Y. F. Şenlik – İ. Çiçek
Analiz/Analysis and interpretation of data	Y. F. Şenlik – İ. Çiçek
Görselleştirme / Visualization	Y. F. Şenlik – İ. Çiçek
Yazı taslağı / Writing - Original Draft	Y. F. Şenlik – İ. Çiçek
Yazma - İnceleme ve Düzenleme / Writing - Review & Editing	Y. F. Şenlik – İ. Çiçek
Proje yönetimi / Project administration	Y. F. Şenlik – İ. Çiçek

REFERANSLAR

- Aksak, P., Kartum Öztürk, Ş., & Ünsal, Ö. (2023). Kentsel Isı Adasının İklim Parametreleri ve Uzaktan Algılama Üzerinden İncelenmesi: İstanbul Kenti Örneği. *Ege Coğrafya Dergisi*, 32(1), 151-171. [doi: 10.51800/ecd.1266060](https://doi.org/10.51800/ecd.1266060)
- Alkan, A., Adıgüzel, F., & Kaya, E. (2017). The Importance of Green Places in Decreasing the Urban Temperature in Batman. *Journal of Geography*, (34), 62-76. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/iucografya/issue/30935/310864>
- Ay, F. (2024). *Assessment of spatial/temporal variability of urban heat island effect: a case study in the central districts of İzmir*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İzmir.
- Aydın, K., & Karabulut, M. (2022). Konya’da Ekstrem Sıcaklık İndislerinde Gözlemlenen Eğilim ve Değişimlerin İncelenmesi. *International Journal of Advances in Engineering and Pure Sciences*, 34(4), 533-549. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/jeps/issue/74081/1145792>
- Bozyiğit, R. (1996). Konya’da hava kirliliği. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (1), 335-344. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/marucog/issue/448/560507>
- Bozyiğit, R., & Güngör, Ş. (2011). Konya Ovasının toprakları ve sorunları. *Marmara Coğrafya Dergisi*, (24), 169-200. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/marucog/issue/471/3836>
- Canan, F. (2017). Kent Geometrisine Bağlı Olarak Kentsel Isı Adası Etkisinin Belirlenmesi: Konya Örneği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 32(3), 69-80. [doi: 10.21605/cukurovaummfd.357202](https://doi.org/10.21605/cukurovaummfd.357202)
- Ciğerci, H. (2021). *Yer yüzey sıcaklığının uzaktan algılama verileri ve mekânsal istatistik yöntemleri ile analizi: İstanbul örneği*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Corumluoglu, O., & Asri, I. (2015). The effect of urban heat island on Izmir’s city ecosystem and climate. *Environmental Science and Pollution Research*, 22, 3202-3211. [doi: 10.1007/s11356-014-2874-z](https://doi.org/10.1007/s11356-014-2874-z)
- Çelik, B. (2019). *Arazi örtüsü değişimlerinin kentsel ısı adalarına olan etkilerinin zamansal ve mekânsal olarak araştırılması*. Yayınlanmamış doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Çiçek, İ., & Doğan, U. (2006). Detection of urban heat island in Ankara, Turkey. *Nuovo Cimento-C*, 29(4), 399-409. [https://www.semanticscholar.org/paper/Detection-of-urban-heat-island-in-Ankara%2C-Turkey\(%E2%88%97\)-%C3%87i%C3%A7ek-Do%C4%9Fan/84a6bd08b58c45443d93e0cb2536898362b7bb66](https://www.semanticscholar.org/paper/Detection-of-urban-heat-island-in-Ankara%2C-Turkey(%E2%88%97)-%C3%87i%C3%A7ek-Do%C4%9Fan/84a6bd08b58c45443d93e0cb2536898362b7bb66)
- Çiçek, İ., & Türkoğlu, N. (2007). Konya’da Şehirleşmeye Bağlı Bağlı Nem ve Su Buharı Basıncı Değişiklikleri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 5(2), 1-13. [doi: 10.1501/Cogbil_0000000077](https://doi.org/10.1501/Cogbil_0000000077)
- Çiçek, İ., Yılmaz, E., Türkoğlu, N., & Çalışkan, O. (2013). Ankara şehrinde yüzey sıcaklıklarının arazi örtüsüne göre mevsimsel değişimi. *International Journal of Human Sciences*, 10(1), 621-640. <https://www.ij-humansciences.com/ojs/index.php/ijhs/article/view/2466>
- Çiftçi, Ç., Dursun, Ş., Levend, S., & Kunt, F. (2013). Topoğrafik Yapı, İklim Şartları ve Kentleşmenin Konya’da Hava Kirliliğine Etkisi. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 1(1), 19-24. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ejosat/issue/5383/73020>
- Çirkin, D. A., Yılmaz, E., & Özcanlı, M. (2024). Şanlıurfa Şehir Isı Adası’nın Zamansal ve Mekânsal Özellikleri. *Van İnsani ve Sosyal Bilimler Dergisi*, (7), 66-95. [doi: 10.62068/visbid.1481455](https://doi.org/10.62068/visbid.1481455)

- Çobanyıldız, S. (2016). *Konya'da şehirleşmenin sıcaklık ve yağış üzerine etkisi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Necmettin Erbakan Üniversitesi Eğitim Bilimleri Enstitüsü, Konya.
- Dihkan, M. (2015). *Kentsel ısı adalarının (KIA) uydu görüntüleri ile konumsal olarak modellenmesi*. Yayımlanmamış doktora tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.
- Doğan, İ. (2023). *Türkiye'de yüzey sıcaklıkları ile çeşitli indislerden elde edilen fenolojik aktivitenin kırsal ve kentsel alanlardaki durumunun incelenmesi*. Yayımlanmamış doktora tezi, Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kahramanmaraş.
- Doğaner, M. S. (2014). *Türkiye iç bölgeleri*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi.
- Duman Yüksel, Ü. (2005). *Ankara Kentinde Kentsel Isı Adası Etkisinin Yaz Aylarında Uzaktan Algılama ve Meteorolojik Gözlemlere Dayalı Olarak Saptanması ve Değerlendirilmesi Üzerinde Bir Araştırma*. Yayımlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Duman Yüksel, Ü., & Yılmaz, O. (2008). Ankara kentinde kentsel ısı adası etkisinin yaz aylarında uzaktan algılama ve meteorolojik gözlemlere dayalı olarak saptanması ve değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(4), 937-952. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gazimmfd/issue/6678/88558>
- Eminoğlu, Y. (2023). *Yüzey kentsel ısı adası yoğunluğu ve kırılabilirliğinin araştırılması: İstanbul metropoliten bölgesi için çok boyutlu bir yaklaşım*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Erdem Okumuş, D. (2022). *Kentsel mikro iklimin iyileştirilmesine yönelik kent dokularında ısı adası etki değerlendirme ve azaltım stratejileri geliştirme modeli: İstanbul örneği*. Yayımlanmamış doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Eren, Y. (2001). *Konya çevresinin jeolojisi ve depremselliği*. https://www.researchgate.net/publication/338375050_Konya_cevresinin_jeolojisi_ve_depremselligi
- Ergene, E. M. (2016). *Landsat 8 uydu görüntüsü kullanılarak yeryüzü sıcaklıklarının uzaktan algılama tekniği ile belirlenmesi: İstanbul örneği*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kanter Otçu, İ. (2023). *Kent ikliminin geometrik indeksler ve termal konfor üzerinden değerlendirilmesi: Ankara kenti örneği*. Yayımlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kara, G., Yalçınkaya, B., Özdiş, B., & Avcı, E. (2018). Konya İlinin Hava Kirliliğine Bazı Meteorolojik Faktörlerin Etkisi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(2), 104-109. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ucbad/issue/38487/447121>
- Kaya, B., & Aladağ, C. (2009). Konya Şartlarında Yağış, Sıcaklık ve Bitki Örtüsü İlişkisi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (22), 265-278. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/susbed/issue/61799/924509>
- Kayahan, N. G. (2020). *Farklı arazi örtüsü ve kullanımının yer yüzey sıcaklıklarına etkisinin uydu görüntüleri ile belirlenmesi*. Yayımlanmamış yüksek lisans tezi, Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kendall, M. G. (1970). *Rank Correlation Methods* (2. Edition). London, Probability and Statistical Inference.
- Kesgin Atak, B. (2020). Analysing the relationships between land use/land cover and urban land surface temperature using regression tree in İzmir. *International Journal of Geography and Geography Education*, (41), 280-291. [doi: 10.32003/igge.632841](https://doi.org/10.32003/igge.632841)
- Khorrami, B., & Gündüz, O. (2019). Uzaktan Algılama ve CBS'nin Yüzey Sıcaklığı ve Kentsel Isı Adası Tespit ve Analizinde Uygulanması. *IV. Meteorolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu Bildiriler Kitabı* içinde, (s.16-). 11-15 Kasım, Antalya.
- Kırcı, B., & Yılmaz, E. (2024). Kastamonu şehri yakın çevresinde aylık ve günlük yüzey sıcaklık değişimleri. *Kastamonu İnsan ve Toplum Dergisi*, 2(4), 187-222. [doi: 10.5281/zenodo.13902427](https://doi.org/10.5281/zenodo.13902427)
- Koçak, E. (2022). Kentsel Yayılmanın Yerel İklim Değişikliği Üzerine Etkilerinin Sıcaklık ve Yağış Parametreleri Üzerinden Değerlendirilmesi: Konya İli Örneği. *MAS Journal of Applied Sciences*, 7(2), 452-473. [doi: 10.52520/masjaps.v7i2id197](https://doi.org/10.52520/masjaps.v7i2id197)
- Koycegiz, C., & Buyukyıldız, M. (2020). Determination of change point and trend analysis of annual temperature data in Konya Closed Basin (Turkey). *Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 9(1), 393-404. [doi: 10.28948/ngumuh.598289](https://doi.org/10.28948/ngumuh.598289)
- Kunt, F., & Dursun, Ş. (2018). Konya Merkezinde Hava Kirliliğine Bazı Meteorolojik Faktörlerin Etkisi. *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*, 1(1), 54-61. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ucbad/issue/38456/446065>

- Kuşçu Şimşek, Ç. (2013). *İstanbul'da kentsel iklim üzerine antropojenik etkiler: kent ısı adalarının incelenmesi*. Yayınlanmamış doktora tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Kuşçu Şimşek, Ç., & Şengezer, B. (2012). İstanbul Metropoli Alanında Kentsel Isınmanın Azaltılmasında Yeşil Alanların Önemi. *Megaron*, 7(2), 116-128. <https://research.ebsco.com/c/fqb72i/search/details/v77vjslumb?db=obo>
- Landsberg, H. E. (1981). *The urban climate*. Academic Press.
- Mann, H. B. (1945). 'Nonparametric Tests Against Trend', *Econometrica*, 13(3), 245–259.
- MGM (2025). *Resmi iklim istatistikleri, Konya*. Mayıs 27, 2025 tarihinde <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.aspx?k=&m=KONYA> adresinden alındı.
- NASA (2025a). *Landsat Science, Landsat 8*. Mayıs 28, 2025 tarihinde <https://landsat.gsfc.nasa.gov/satellites/landsat-8/> adresinden alındı.
- NASA (2025b). *MODIS About*. Mayıs 28, 2025 tarihinde <https://modis.gsfc.nasa.gov/about/> adresinden alındı.
- NASA/Level-1 and Atmosphere Archive & Distribution System (2024). *Orbit Tracks and Overpass Times*. Mayıs 27, 2025 tarihinde https://ladsweb.modaps.eosdis.nasa.gov/viewdata/#l:Sentinel_2B_Orbit_Dsc:@31.2,38.4,6.4z adresinden alındı.
- Oguz, H. (2017). Landsat 8 uydu görüntüsünden otomatik yer yüzey sıcaklığı eldesi: Diyarbakır-Türkiye örneği. *Turkish Journal of Forest Science*, 1(1), 33-43. doi: 10.32328/turkjforsci.296845
- Oguz, H., Doygun, N., Kisakurek, S., & Ozcalik, M. (2019). Calculating surface temperature of İzmir, Turkey. *Journal of Architecture, Engineering & Fine Arts*, 1(2), 36–46. <https://dergipark.org.tr/en/pub/artgrid/issue/51326/664786>
- Özbilge, M. K. (2020). *Şehir ısı adası ile yüzey adası kavramları arasındaki farklar ve İstanbul örneği*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Parsova, Ö. (2020). *Kentsel ısı adası etkisinin yapısal ve bitkisel alanlarda incelenmesi: Kadıköy ilçesi örneği*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Rehman, A., Qin, J., Pervez, A., Khan, M. S., Ullah, S., Ahmad, K., & Rehman, N. U. (2022). Land-Use/Land Cover Changes Contribute to Land Surface Temperature: A Case Study of the Upper Indus Basin of Pakistan. *Sustainability (Switzerland)*, 14(2). <https://doi.org/10.3390/su14020934>
- Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı (2021). *Konya il sanayi durum raporu 2021*. T.C. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı Konya Sanayi ve Teknoloji İl Müdürlüğü.
- Şenlik, Y. F., & Çiçek, İ. (2025). MODIS-AQUA verilerine göre Bursa şehri ve çevresinde yüzey sıcaklıklarının dağılışı ve eğilimleri. *Türk Coğrafya Dergisi*, 87, 77-95. doi: 10.17211/tcd.1642864
- Şenlik, Y. F., & Yılmaz, E. (2023). MODIS Verilerine göre İzmir ve Manisa Şehirleri ve Çevresinde Yüzey Sıcaklık Dağılışı ve Eğilimleri. *Ege Coğrafya Dergisi*, 32(1), 51-68. doi: 10.51800/ecd.1223028
- Şenlik, Y. F., & Yılmaz, E. (2024). İzmir ve Manisa şehirlerinde en sıcak ve en soğuk noktaların dağılışı ile arazi kullanımı arasındaki ilişkiler. *Türk Coğrafya Dergisi*, (86), 45-56. doi: 10.17211/tcd.1488891
- Şentürk, Y., & Çubukçu, K. M. (2022). Kentsel soğuk alan soğutma kapasitesinin araştırılması, İzmir örneği. *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 1(1), 106-126. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/csidi/issue/69388/1102333>
- Şentürk, Y., & Çubukçu, K. M. (2023). Kentsel Mekânda Soğutma Yayılımının Araştırılması, İzmir Örneği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 21(2), 453-480. doi: 10.33688/aucbd.1340464
- Somuncu, D. H. (2021). *Kentsel ısı adası etkisinin yerel iklim bölgeleri sınıflandırma sistemi kullanılarak irdelenmesi: Ankara kent merkezi örneği*. Yayınlanmamış doktora tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Temizöz, H. P. (2019). *Kentsel ve kırsal alanlarda şehirleşmenin etkisinin, iklim modeli COSMO-CLM ve TERRA-URB kullanılarak incelenmesi*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Tunçbilek, L. N. (2023). *Climate sensitive design approach to reduce the urban heat island effect: case of polygon stream and its surroundings, İzmir*. Yayınlanmamış yüksek lisans tezi, İzmir Yüksek Teknoloji Enstitüsü Mühendislik ve Fen Bilimleri Enstitüsü, İzmir.
- TÜİK (2025). *Adrese Dayalı Nüfus Kayıt Sistemi Sonuçları*. Mayıs 27, 2025 tarihinde <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr> adresinden alındı.

- Urban, M., Eberle, J., Hüttich, C., Schmullius, C., & Herold, M. (2013). Comparison of satellite-derived land surface temperature and air temperature from meteorological stations on the pan-arctic scale. *Remote Sensing*, 5(5), 2348-2367. <https://doi.org/10.3390/rs5052348>
- Ünsal, Ö., & Avcı, V. (2023). Yer Yüzeyi Sıcaklıkları ile Kentsel Arazi Kullanımı Arasındaki İlişkinin Belirlenmesi: Şanlıurfa, Diyarbakır ve Mardin Örneği. *Türk Uzaktan Algılama ve CBS Dergisi*, 4(2), 125-150. [doi: 10.48123/rsgis.1195902](https://doi.org/10.48123/rsgis.1195902)
- Ünsal, Ö., Aksak, P., & Kartum, Ş. (2024). Investigation of Surface Urban Heat Island by High-Rise Buildings: Istanbul Levent Region. *Papers in Applied Geography*, 10(4), 376-392. [doi: 10.1080/23754931.2024.2393171](https://doi.org/10.1080/23754931.2024.2393171)
- Yavaşlı, D. D. (2017). Spatio-temporal trends of urban heat island and surface temperature in Izmir, Turkey. *American Journal of Remote Sensing*, 5(3), 24-29. [doi: 10.11648/j.ajrs.20170503.11](https://doi.org/10.11648/j.ajrs.20170503.11)
- Yavaşlı, D. D., Ölgün, M. K., & Zoğal, V. (2018). Are Summer Resorts Cooler in Summer? A Case Study of İzmir Province. *Ege Coğrafya Dergisi*, 27(2), 127-134. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ecd/issue/41304/499202>
- Yıldız, S. (2024). *MODIS uydu verileri ile Ankara yüzey ısı adası ve bulutluluk oranlarının incelenmesi*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, E. (2013). *Ankara Şehrinde Isı Adası Oluşumu*. Yayınlanmamış doktora tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Yılmaz, E. (2017a). Türkiye'nin bazı şehirlerindeki ısı adası özellikleri. İçinde F. Arslan (Ed.), *Türkiye coğrafyası araştırmaları-Prof. Dr. Mesut Elibüyük'e armağan* (ss. 177-204). PEGEM Akademi.
- Yılmaz E. (2017b). Türkiye şehirlerinde ısı adası karakterleri. *Türk Coğrafya Kurumu 75. Yıl Uluslararası Kongresi Bildiriler Kitabı* içinde, (s. 753-754). 8-10 Kasım, Ankara.
- Yüksel, A. T., & Coskun Hepcan, Ç. (2023). Kentsel Yüzey Sıcaklığı ve Mavi-Yeşil Altyapı İlişkisi: Karşıyaka Örneği. *Adnan Menderes Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 20(1), 91-98. [doi: 10.25308/aduziraat.1214763](https://doi.org/10.25308/aduziraat.1214763)
- Zaeemdar, S. (2019). *Adapting Istanbul metropolitan city to urban heat island: the case study of Beyoglu*. Yayınlanmamış doktora tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul

