

Göksu Nehrinin Arazi Yüzey Sıcaklığı Üzerindeki Soğutma Etkilerinin Belirlenmesi

Emine KAHRAMAN ^{1,a}

¹Akdeniz Üniversitesi, Serik Gülsün-Süleyman Süral MYO, Park ve Bahçe Bitkileri Bölümü, Antalya, Türkiye

^aORCID: 0000-0001-8738-8017

Makale Bilgileri

Geliş : 17.04.2026

Kabul : 22.06.2026

DOI: 10.21605/cukurovaumfd.1932252

Sorumlu Yazar

Emine Kahraman

eminekahraman@akdeniz.edu.tr

Anahtar Kelimeler

Göksu Nehri

Nehir ekosistemi

Arazi yüzey sıcaklığı (LST),

Soğutma etkisi

Uzaktan algılama ve CBS

Atıf şekli: KAHRAMAN, E., (2026).

Göksu Nehrinin Arazi Yüzey Sıcaklığı Üzerindeki Soğutma Etkilerinin Belirlenmesi. Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi Dergisi, 41(2), 521-531.

ÖZ

Bu çalışma, Göksu Nehri ve yakın çevresinde arazi yüzey sıcaklığının (LST) mekânsal dağılımını ve nehir kaynaklı soğutma etkisinin mesafeye bağlı değişimini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu kapsamda, Landsat 8 OLI/TIRS uydu verileri kullanılarak LST haritaları üretilmiş ve nehir çevresinde tampon bölgeler uygulanarak analizler gerçekleştirilmiştir. Tampon bölge analizleri, yüzey sıcaklığının nehirden uzaklaştıkça arttığını, 270 m mesafenin Göksu Nehri'nin maksimum soğutma etki sınırı olduğunu ve bu sınır içerisinde soğutma etkisinin nehir kenarında 2,09 °C'ye kadar ulaştığını ortaya koymuştur. Regresyon analizi sonuçları, LST ile mesafe arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunduğunu ve nehir kaynaklı soğutma etkisinin mesafe ile azaldığını göstermektedir. Sonuç olarak, Göksu Nehri'nin kentsel mikroiklim üzerinde önemli bir düzenleyici role sahip olduğu belirlenmiştir. Nehir koridorlarının korunmasının ve ekosistem sürekliliğinin sağlanmasının, kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasına yönelik doğa tabanlı çözümler olarak iklim değişikliğine uyumlu planlama stratejilerinden olacağı değerlendirilmektedir.

Determination of the Cooling Effects of the Göksu River on Land Surface Temperature

Article Info

Received : 17.04.2026

Accepted : 22.06.2026

DOI: 10.21605/cukurovaumfd.1932252

Corresponding Author

Emine Kahraman

eminekahraman@akdeniz.edu.tr

Keywords

Göksu River

River ecosystem

Land surface temperature (LST)

Cooling effect

Remote sensing and GIS

How to cite: KAHRAMAN, E., (2026).

Determination of the Cooling Effects of the Göksu River on Land Surface Temperature. Çukurova University, Journal of the Faculty of Engineering, 41(2), 521-531.

ABSTRACT

This study aims to investigate the spatial distribution of land surface temperature (LST) in the Göksu River basin and its surrounding areas, as well as the distance-dependent variation in the river-induced cooling effect. In this context, LST maps were generated using Landsat 8 OLI/TIRS satellite data, and analyses were conducted within a buffer zone extending up to 600 m from the river. Buffer zone analyses indicate that surface temperature increases with distance from the river, that a distance of 270 m represents the maximum extent of the cooling effect of the Göksu River, and that within this limit, the cooling effect reaches up to 2.09 °C along the riverbank. The results of the regression analysis indicate that there is a statistically significant relationship between LST and distance, and that the cooling effect from the river decreases with distance. As a result, it has been determined that the Göksu River plays a significant regulatory role in the urban microclimate. It is assessed that the preservation of river corridors and the maintenance of ecosystem continuity will constitute climate-resilient planning strategies—serving as nature-based solutions—to mitigate the urban heat island effect.

1. GİRİŞ

Küresel iklim değişikliği ve buna bağlı olarak artan küresel sıcaklıklar, son yıllarda hem kentsel hem de kırsal alanlarda yüzey sıcaklıklarının önemli derecede yükselmesine neden olmakta ve bu durum insan sağlığı, ekosistem dengesi ve mekânsal sürdürülebilirlik açısından riskler oluşturmaktadır [1-7]. Özellikle arazi örtüsü değişimleri, geçirimsiz yüzeylerin artışı ve doğal peyzaj bileşenlerinin azalması, yüzey enerji dengesi üzerinde doğrudan etkili olarak ısınma süreçlerini hızlandırmaktadır [3,8-10]. Bu süreçler, sadece büyük metropollerde değil, aynı zamanda kırsal ve yarı doğal alanlarda da ölçülebilir sıcaklık artışlarına yol açmaktadır. Son dönemlerde yapılan çalışmalar, literatürde sıklıkla kentsel ısı adası (UHI) kavramı üzerinden ele alınan bu ısınmanın yalnızca yapılaşmış alanlarla sınırlı olmadığını, doğal peyzajlarda da mikroklimatik değişimlerin meydana geldiğini ortaya koymaktadır [11-15].

Doğal peyzaj bileşenleri arasında yer alan su kütleleri, sahip oldukları yüksek özgül ısı ve büyük su depolama kapasitesi ve buharlaşma süreçleri sayesinde çevrelerinde serinletici bir etki oluşturarak yüzey sıcaklıklarının düşürülmesinde önemli bir rol üstlenmektedir [16-19]. Özellikle göller, barajlar, sulak alanlar ve kıyı alanları üzerine yapılan çalışmalar, bu su kütlelerinin çevrelerinde yüzey sıcaklıklarını düşürdüğünü ve mikroklimatik konforu artırdığını ortaya koymuştur [20-24]. Taranan literatürde, akarsular ve nehir sistemleri üzerine yapılan çalışmaların sınırlı olduğu, özellikle doğrusal yapıları ve dar kesitleri nedeniyle soğutma etkilerinin mekânsal dağılımı sınırlı analizlerle değerlendirilmiştir [25,26]. Bu kapsamda yapılan çalışmalarda, nehirlerin diğer su kütleleri gibi termal düzenleme işlevi gördüğünü ve soğutma etkilerinin su yüzeyine olan mesafe, su yüzeyi genişliği, çevresindeki arazi örtüsü tipleri, peyzaj desenleri ve kent morfolojisi gibi faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiği belirtilmektedir [27-29].

Nehir sistemleri, doğal ve yapay sulak alanlar, hidrolik, ekolojik ve iklimsel süreçlerin kesişiminde yer alan temel peyzaj bileşenleri olarak hem doğal hem de insan etkisi altındaki ekosistemlerin sürekliliği açısından büyük bir öneme sahiptir [24-26]. Akarsular, nehirler ve bunlarla bağlantılı doğal ve yapay sulak alanlar, su ve gıda temini, suyun depolanması, taşkınların düzenlenmesi, biyolojik çeşitliliğin korunması ve karbon döngüsünün desteklenmesi gibi çok sayıda ekosistem hizmeti sunmakta ve bu hizmetler mekânsal planlama süreçlerinde giderek daha fazla önem kazanmaktadır [16,30,33-36]. 2000’li yıllardan itibaren iklim değişikliğine dirençli planlamalar kapsamındaki doğa tabanlı çözüm yöntemlerinden biri olarak kabul edilen su ekosistemlerinin bu hizmetleri arasında, özellikle termal düzenleme işlevine odaklanılmış ve su kütlelerinin çevresel yüzey sıcaklıkları üzerinde doğrudan serinletici bir etki oluşturduğu nicel çalışmalarla ortaya konulmuştur [19,25,27,37-39]. Nehir sistemleri de doğrusal yapıları ve geniş etki alanları sayesinde, buharlaşma ve ısı alışverişi süreçlerinin bir sonucu olarak sulak alanlara benzer biçimde çevrelerinde serinletici bir etki oluşturmaktadır [1,40,41]. Çoğu alanda yaygın kullanılan uzaktan algılama temelli çalışmalar, bu etkinin arazi yüzey sıcaklığı (LST) verileri aracılığıyla güvenilir biçimde tespit edilebildiğini ve farklı ölçeklerde analiz edilebildiğini göstermektedir [22,25,41-44]. Özellikle Landsat uydu görüntülerinden türetilen LST verileri hem kentsel hem de kırsal alanlarda su kütlelerinin soğutma etkilerini karşılaştırmalı olarak inceleme imkânı sunmaktadır [25-27,45].

Doğal ve yapay sulak alanlara ilişkin literatür, su kütlelerinin soğutma etkisinin mesafeye bağlı bölgeler üzerinden incelenmesinin mekânsal etki alanlarının belirlenmesinde önemli bir yöntem olduğunu göstermektedir [16,20,23]. Ancak mevcut çalışmalarda akarsularda çoğunlukla tek bir ölçekte, tek bir tampon mesafe ya da geniş mesafede ortalama sıcaklık değerlerinin kullanıldığı, bu nedenle akarsuların mikro ölçekteki soğutma potansiyelinin yeterince ayrıntılı biçimde ortaya konulmadığı görülmektedir [46]. Bu yöntemsel sınırlılık, akarsuların iklim değişikliğine uyum ve mekânsal planlama süreçlerindeki olası katkılarının tam olarak anlaşılmasını güçleştirmekte ve nehirlerin sunduğu ekosistem hizmetlerinin nicel ve mekânsal açıdan daha kapsamlı biçimde değerlendirilmesi ve birden fazla tampon bölge ile analiz edilmesi gerekliliğini ortaya koymaktadır [22,47].

Bu çalışma, Göksu Nehri’nin çevresi üzerindeki soğutma etkisinin mekânsal sınırının ve şiddetinin 30 m aralıklarla oluşturulan tampon bölgeler üzerinden nicel olarak incelemeyi amaçlamaktadır. Çalışmada araştırma alanı olarak yazları sıcak ve kurak geçen Akdeniz Bölgesi için önemli bir su yüzeyi oluşturan Göksu Nehri seçilmiştir. Çalışma kapsamında bölgeler bazında oluşturulan sıcaklık eğrisi üzerindeki ilk dönüm noktası yöntemi kullanılmıştır. Göksu Nehrinin etkili soğutma mesafesi ve bu mesafe içerisindeki soğutma şiddeti, Landsat uydu görüntüsünden türetilen LST verisi üzerinden analiz edilerek belirlenmiştir. Çalışmada, elde edilen bulguların iklim değişikliğine uyum odaklı kentsel ve kırsal planlama süreçlerine bilimsel katkı sunması hedeflenmektedir.

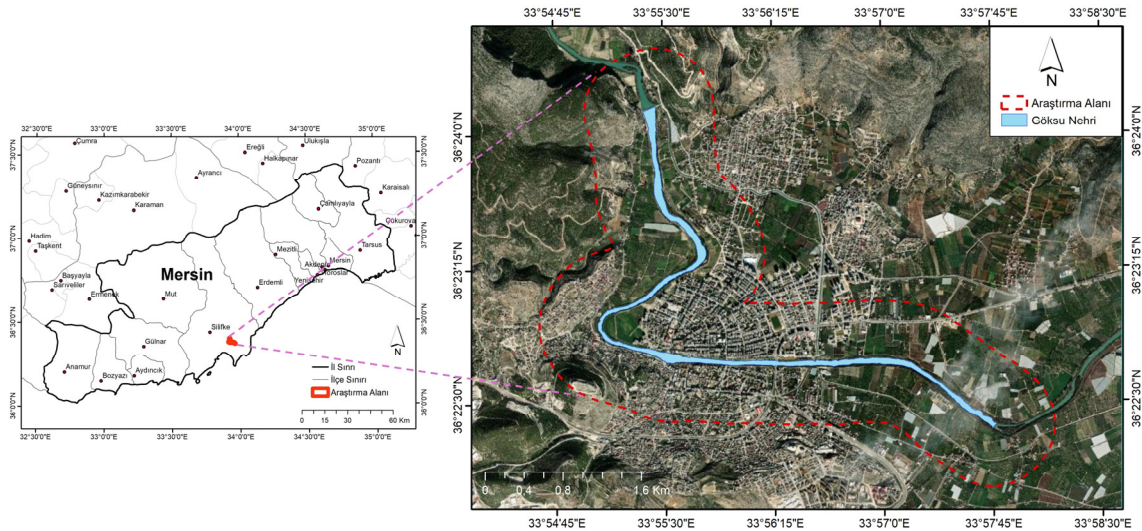
2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. Materyal

Çalışmanın ana materyalini Göksu Nehri'ne ait mekânsal veriler ile LST verileri oluşturmaktadır. Bu kapsamda, LST verileri Landsat 8 OLI/TIRS uydu görüntülerinden türetilmiştir. Kullanılan uydu verisi, Amerika Birleşik Devletleri Jeoloji Araştırmaları Kurumu (USGS) tarafından sağlanan EarthExplorer platformu üzerinden temin edilmiştir. Analizlerde, araştırma alanı üzerinde bulutluluk içermeyen 01.08.2024 tarihli uydu görüntüsü kullanılmıştır.

2.2. Çalışma Alanı

Bu çalışmada, Göksu Nehri'nin Mersin ili Silifke ilçesi sınırları içerisinde, kent merkezinden geçen 7,5 km'lik kesimi ve yakın çevresi araştırma alanı olarak seçilmiştir. Silifke, Mersin ilinin 13 ilçesinden biri olup güneyde Akdeniz, kuzeyde Karaman (Ayrancı), doğuda Erdemli, batıda ise Mut ve Gülnar ilçeleri ile çevrilidir (Şekil 1). Çalışma alanı 33°54'45"-33°57'45" doğu boylamları ile 36°22'15"-36°24'05" kuzey enlemleri arasında yer almaktadır. İlçenin 2025 yılı nüfusu 139.610'dur [48]. Bölge, tipik Akdeniz ikliminin etkisi altında olup yazlar sıcak ve kurak, kışlar ise ılık ve yağışlı geçmektedir. Bölgede en sıcak ay Ağustos olup, ortalama en yüksek sıcaklık 34 °C iken en soğuk ay olan Ocak'ta ise 14 °C'dir. Yıl içerisinde sıcaklık 3 °C ile 35 °C arasında değişiklik göstermektedir. Bölgenin en yağmurlu ayı Aralık olup, ortalama yağış miktarı 99 mm düzeyindedir [49]. Göksu Nehri, yaklaşık 250 km uzunluğu ile Doğu Akdeniz Havzası'nın en önemli akarsularından biridir [50]. Göksu Nehri Havzası içinde kuzeybatıdan güneydoğuya doğru ilerleyerek geçen nehir, kuzeyde Gökçay ve güneyde Ermenek kollarının birleşmesiyle Göksu adını almaktadır; Antalya, Konya ve Karaman illerinden geçtikten sonra Mersin ili Silifke ilçesi sınırlarında Akdeniz'e dökülmektedir [51-52]. Şekil 1'deki ArcGIS Basemap ve Google Earth görüntülerine göre çalışma alanı, Göksu Nehri ve çevresinde farklı arazi örtüsü türlerinin bir arada bulunduğu heterojen bir peyzaj yapısına sahiptir. Alanın merkezinde, Göksu Nehri boyunca uzanan su yüzeyi ve buna eşlik eden riparyan bitki örtüsü yer almaktadır. Nehir hattının kuzeyinde tarım alanları ile yer yer yarı çıplak ve kayalık yüzeyler bulunurken, güney kesimlerde tarım alanları daha geniş yer kaplamaktadır. Araştırma alanının orta kesiminde kentsel yerleşim dokusu baskın olup, özellikle güneydoğu kesimlerde çıplak kayalık alanlar yer almaktadır. Tarım alanları çoğunlukla açık tarla tarımı şeklinde olup, yer yer sera alanları ve parçalanmış küçük parseller halinde dağılım göstermektedir.



Şekil 1. Araştırma alanı konumu ve sınırları

2.3. Yöntem

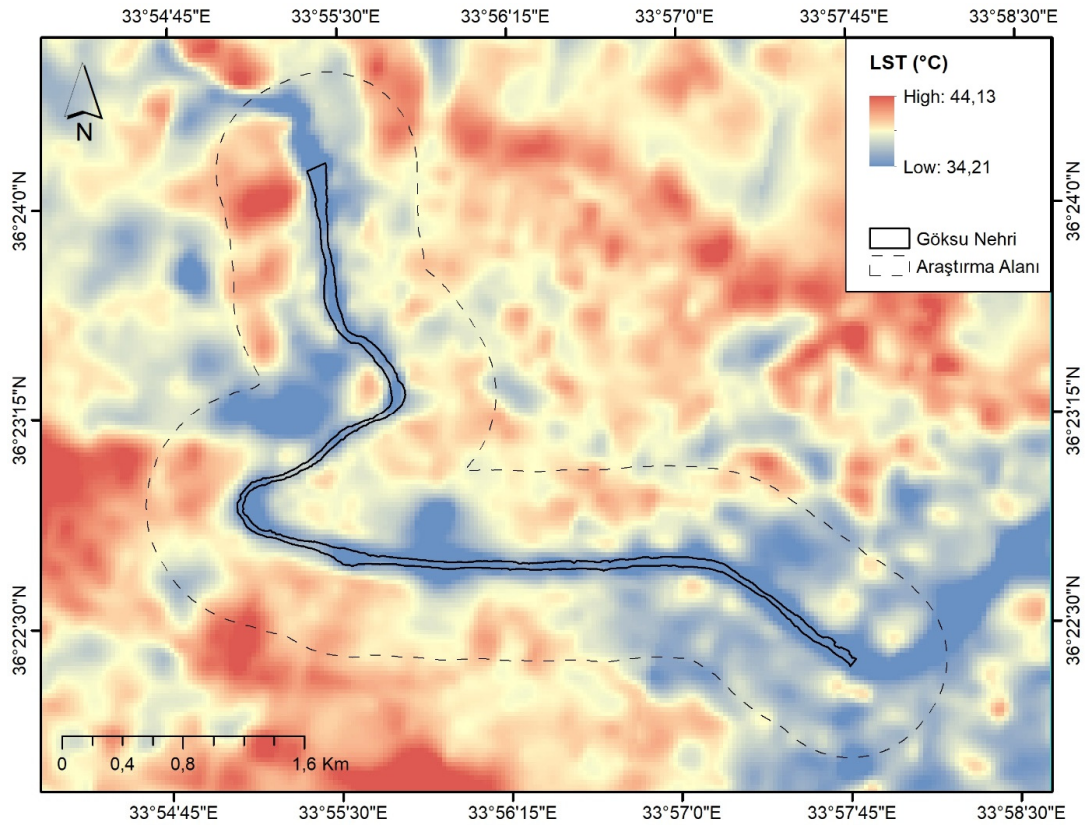
Çalışma, veri toplama, analiz ve değerlendirme olmak üzere üç aşamadan oluşmaktadır. İlk aşamada araştırma alanının sınırları belirlenmiştir. Ardından, 01.08.2024 tarihli Landsat 8 OLI/TIRS uydu görüntüsü temin edilmiş ve termal bantlar kullanılarak LST hesaplanmıştır. LST hesaplamasında, literatürde yaygın olarak kullanılan tek-kanal yöntemi tercih edilmiştir [53]. Bu süreç kapsamında uydu verilerine ön işleme

adımları uygulanmış, radyometrik ve atmosferik düzeltmelerin ardından parlaklık sıcaklığı ile yüzey yayınlılık katsayısı hesaplanarak LST haritası üretilmiştir [53-56].

Nehir kaynaklı soğutma etkisinin mesafeye bağlı değişimini incelemek amacıyla, Göksu Nehri referans alınarak nehir hattı boyunca 30 m aralıklarla tampon bölgeler (buffer analysis) oluşturulmuştur. Her bir bölge için minimum, maksimum ve ortalama LST değerleri ile standart sapmaları zonal statistics yöntemi kullanılarak mekânsal analizler yoluyla hesaplanmış ve bu değerler kullanılarak nehirden uzaklığa bağlı yüzey sıcaklığı değişimini gösteren bir sıcaklık profili oluşturulmuştur. Elde edilen sıcaklık profili üzerinden LST değerlerindeki artış eğilimi değerlendirilmiş ve eğrinin kırılma noktası, nehrin etkili soğutma mesafesi olarak belirlenmiştir. Bu sayede, nehir etkisinin mekânsal sınırı nicel olarak tanımlanmıştır. Son aşamada, nehirden uzaklık ile LST arasındaki ilişkiyi ortaya koymak amacıyla regresyon analizi uygulanmıştır. Elde edilen model sonuçları doğrultusunda, soğutma etkisinin mesafeye bağlı değişimi değerlendirilmiştir.

3. ARAŞTIRMA BULGULARI

Göksu Nehri ve yakın çevresine ait LST dağılımı, Landsat 8 OLI/TIRS uydu verileri kullanılarak hesaplanmış ve elde edilen mekânsal dağılım haritası Şekil 2’de verilmiştir. Göksu Nehri ve çevresinde 600 m mesafeye kadar uzanan tampon bölgenin LST haritası, araştırma alanı içerisinde yüzey sıcaklığının heterojen dağılım gösterdiğini ortaya koymaktadır. Göksu Nehri boyunca yüzey sıcaklığı 34,84 °C ile 39,14 °C arasında değişmekte olup nehrin ortalama yüzey sıcaklığı 37,03± 0,84 °C olarak tespit edilmiştir. Çalışma alanında en düşük ortalama LST değeri, 37,03 °C ile nehir kenarında gözlenmiş olup, bu değer Göksu Nehri’nin çevresinde oluşturduğu soğutma etkisinin başlangıç düzeyini temsil etmektedir.

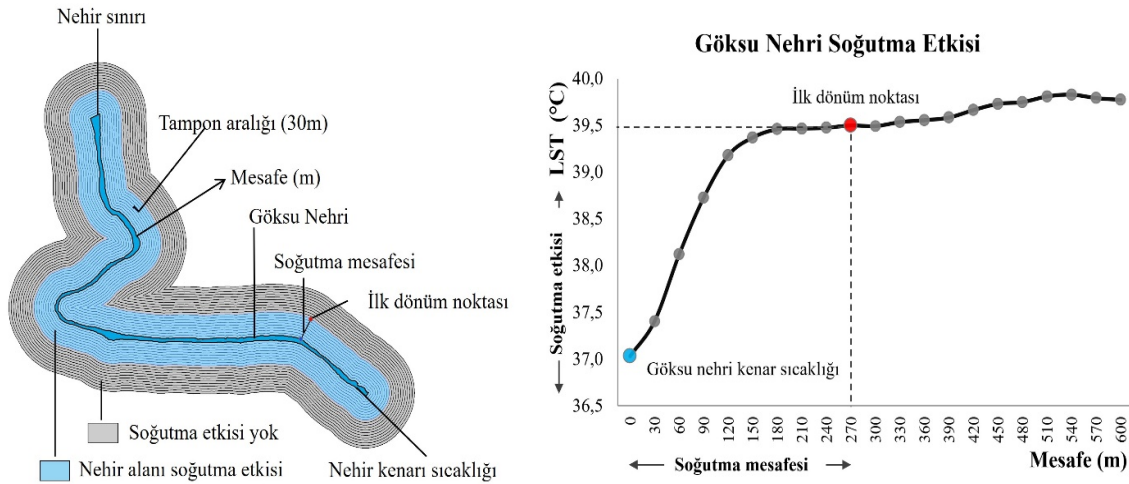


Şekil 2. Göksu Nehri ve çevresinin LST haritası

Şekil 2’ye göre Göksu Nehri ve çevresindeki 600 m mesafeye kadar uzanan tampon bölgede ise yüzey sıcaklığının 34,21 ile 43,11 °C arasında değiştiği ve ortalama yüzey sıcaklığının 39,29 ± 1,40 °C olduğu tespit edilmiştir. LST haritası, nehir hattı boyunca süreklilik gösteren açık yeşil alanlar ve tarım alanlarının oluşturduğu bantta düşük yüzey sıcaklıklarının oluştuğunu gösterirken, yüksek yüzey sıcaklık değerlerinin

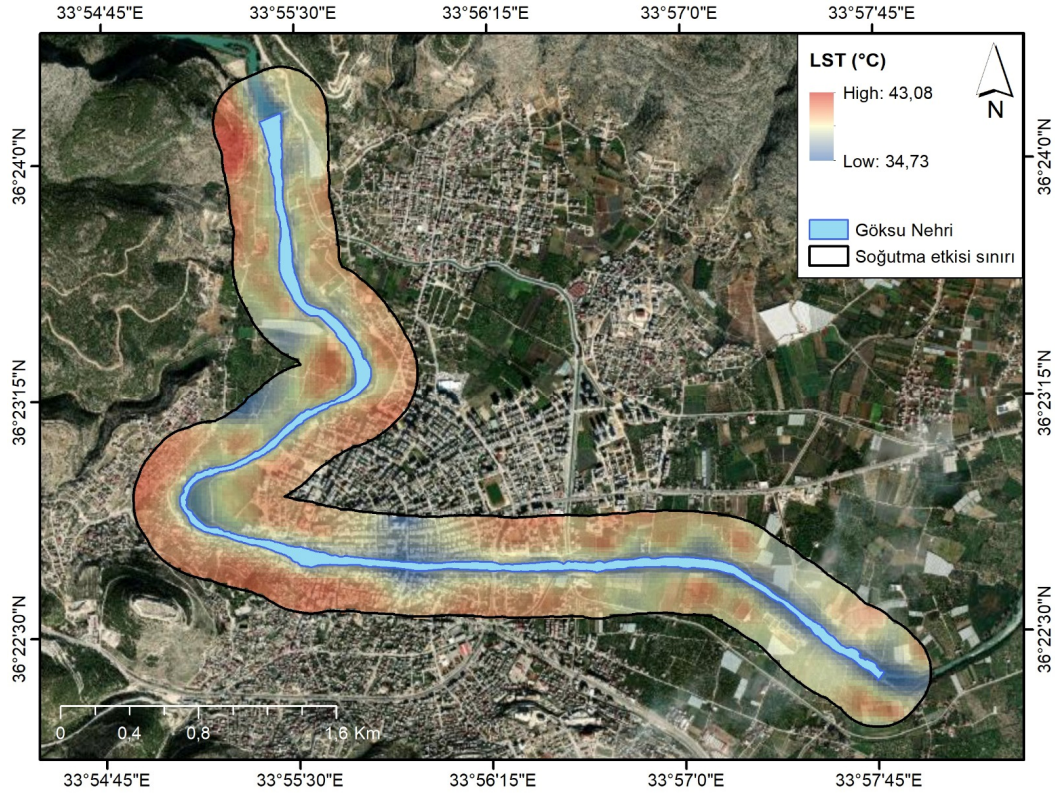
özellikle nehrin doğu ve güney kesimlerindeki kentsel doku ve çıplak kayalık arazilerin bulunduğu bölgelerde kümelenildiğini göstermektedir. Tampon bölgedeki yüzey sıcaklıklarının mekânsal dağılımı incelendiğinde, nehir hattı boyunca açık yeşil alanların oluşturduğu bant ile nehrin güneydoğu kesiminde tarımsal alanların yoğunlaştığı bölgelerde yüzey sıcaklıklarının 37–38 °C aralığında değiştiği görülmektedir. Benzer sıcaklık değerleri, nehrin kuzey ve batı kesimlerinde daha küçük ve parçalı alanlarda da gözlemlenmiştir. Nehrin kuzeyinde, orman ve yarı doğal alanların hâkim olduğu bölgelerde yüzey sıcaklıklarının 37–39 °C aralığında değişkenlik gösterdiği, batı kesiminde ise, özellikle nehrin doğuya doğru keskin bir kıvrım yaptığı alanın batısında yer alan yoğun bitki örtüsüne sahip açık tarım alanlarında bu değerlerin 35–39 °C aralığında olduğu belirlenmiştir. Tampon bölgenin kuzeyinde nehrin iki kıyısında yer alan parçalı yapıdaki tarım alanlarında yüzey sıcaklıklarının 38–39 °C aralığında olduğu tespit edilmiştir. Nehrin doğusunda yer alan kentsel alanlar ile batısındaki tarım alanlarında sıcaklıkların 38–40 °C aralığında değiştiği, nehrin batıya doğru keskin bir kıvrım yaptığı yerin kuzeyindeki kentsel alanlar ile çıplak arazilerin hâkim olduğu bölgelerde sıcaklık değerlerinin 41–42 °C'ye yükseldiği belirlenmiştir. En yüksek yüzey sıcaklıklarının ise, nehrin güneybatısı ve kuzeybatısındaki çıplak kayalık alanlarda (42–43 °C) olduğu ve özellikle güneybatısındaki çıplak kayalık yüzeylerde tampon bölgenin sınırına yakın alanlarda sıcaklığın 43,11 °C'ye kadar ulaştığı tespit edilmiştir.

Göksu Nehri çevresindeki 600 m'lik tampon bölge içerisinde oluşturulan 30 m aralıklı 20 adet tampon bölge üzerinden hesaplanan LST istatistikleri Şekil 3'te verilmiştir. İstatistiki analizler sonucunda elde edilen sıcaklık profili incelendiğinde, yüzey sıcaklığı değerleri nehrden uzaklaştıkça özellikle ilk 150 m mesafe aralığında hızlı bir artış sergileyerek 39,37 °C'ye ulaşmaktadır. Yüzey sıcaklığı değerleri 150 m'den sonra azalan bir ivme ile 180 m'ye kadar artışa devam ederek 39,46 °C ortalama LST değerine ulaşmaktadır. 180 m'den sonra ise 270 m'ye kadar azalarak artmaya devam etmektedir. Nehirden 270 m uzaklıkta LST değeri 39,50 °C'ye yükselmekte ve sonrasında 39,49 °C'ye düşmektedir. Bu düşüş ile sıcaklık eğrisindeki ilk dönüm noktası oluşmaktadır. 300 m'deki düşüşten sonra sıcaklıkların tekrar artış eğilimine girdiği ve 600 m'ye kadar azalan bir eğimle artış gösterdiği gözlemlenmiştir. Nehir kenarından 270 m uzaklıkta gözlemlenen sıcaklık eğrisindeki ilk dönüm noktası ile Göksu Nehri'nin çevresel soğutma etkisinin mekânsal sınırı tespit edilmiştir.



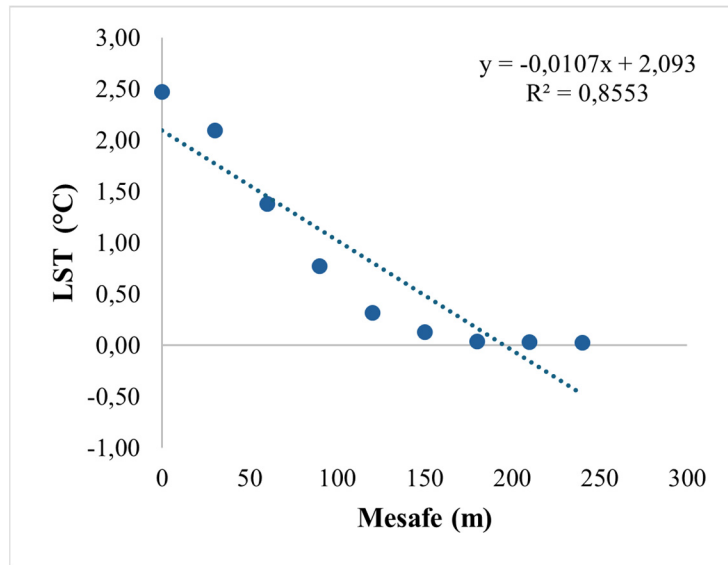
Şekil 3. Göksu Nehri'nin soğutma etkisinin mekânsal sınırı

Göksu Nehri etrafında 270 m mesafe ile oluşturulan tampon alan, soğutma etki sınırı olarak belirlenmiş olup bu sınır içerisindeki alanların LST haritası Şekil 4'te verilmiştir. Şekil 4'teki LST haritasına göre, Göksu Nehri ve çevresinde tanımlanan tampon alan içerisinde yüzey sıcaklığının 34,73 °C ile 43,08 °C aralığında değiştiği ve en düşük LST değerlerinin, Göksu Nehri boyunca ve nehir yatağına bitişik alanlarda yoğunlaştığı görülmektedir. Nehir hattı boyunca uzanan bu düşük sıcaklığa sahip alanlar, soğuk termal koridor niteliğinde süreklilik göstermektedir. Araştırma alanındaki düşük sıcaklık değerlerinin gözlemlendiği bölgeleri temsil eden bu alanlar, nehir hattının mekânsal olarak ayırt edilebilir bir serin alan oluşturduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, nehir boyunca uzanan düşük LST bantlarının sürekliliği, soğutma etkisinin yalnızca noktasal değil, doğrusal ve alan ölçeğinde etkili olduğunu göstermektedir.



Şekil 4. Göksu Nehri soğutma etkisinin mekânsal sınırın LST haritası

Soğutma etkisinin mekânsal sınırı içerisinde, Göksu Nehrinin mesafeye bağlı soğutma etkisini incelemek amacıyla yapılan regresyon analizi sonucunda elde edilen modelin istatistiksel olarak anlamlı ($p < 0,001$) ve yüksek açıklama gücüne ($R^2 = 0,86$) sahip olduğu belirlenmiştir (Şekil 5). Modelin regresyon denklemi $y = -0,0107x + 2,093$ olarak hesaplanmış ve denklemin eğim katsayısı $-0,0107$ olarak belirlenmiştir. Elde edilen regresyon modeline göre nehirde her 1 m uzaklaşmada nehir kaynaklı soğutma etkisinin yaklaşık $0,01$ °C azaldığı belirlenmiştir. Bu durum, Göksu Nehrinden uzaklaştıkça soğutma etkisinin mesafe ile azaldığını ortaya koymaktadır.



Şekil 5. Göksu Nehri'nde mesafeye bağlı soğutma etkisi grafiği

Şekil 5'te sunulan grafikte nehrin kenar sınırından itibaren ilk 150 m içerisinde eğimin daha yüksek olduğu, sonrasında bu eğimin azalarak devam ettiği görülmektedir. Göksu Nehrinin soğutma etkisinin mekânsal

sınırı olarak belirlenen 270 m'lik tampon alanın yüzey sıcaklığı referans alınarak yapılan regresyon modeline göre yapılan değerlendirme sonucunda, nehir kaynaklı maksimum soğutma etkisinin nehir kenarındaki ilk tampon bölgede 2,09 °C olduğu tespit edilmiştir. Nehirden 30 m uzaklaşmada bu serinletici etki 1,77 °C'ye, 60 m uzaklaşmada 1,45 °C'ye, 90 m uzaklaşmada 1,13 °C'ye, 120 m uzaklaşmada 0,81 °C'ye, 150 m uzaklaşmada 0,49 °C'ye düşmektedir. Nehirden uzaklaştıkça soğutma etkisinin azaldığı tespit edilmiştir.

4. TARTIŞMA

Çalışmada elde edilen bulgular, Göksu Nehri'nin çevresine kıyasla daha düşük LST değerlerine sahip olduğunu ve nehir boyunca uzanan bir soğuk koridor oluşturduğunu ortaya koymaktadır. En düşük ortalama LST değerinin nehir kenarında (37,03 °C), en yüksek değerin ise nehirden 540 m uzaklıktaki bölge aralığında (39,83 °C) gözlemlenmesi ve 2,8 °C'lik sıcaklık farkının oluşması, su kütlesi kaynaklı soğutma etkisinin mekânsal varlığını açıkça göstermektedir. Bu bulgular, su kütlelerinin kara yüzeylerine göre daha düşük LST değerlerine sahip olduğunu belirten Hathway ve Sharples [25] ve Park ve arkadaşları [57] çalışmaları ile uyumludur. Hathway ve Sharples [25], küçük bir kentsel nehrin çevresinde 1–2 °C'lik bir soğutma etkisinin oluştuğunu belirlerken, Park ve arkadaşları [57] Cheonggye Nehri'nde öğle saatlerinde 0,46 °C, akşam saatlerinde ise 0,37 °C sıcaklık düşüşü oluştuğunu bildirmiştir. Bu bağlamda, Göksu Nehri'nin de buharlaşma, ısı depolama ve nem artışı gibi süreçler aracılığıyla çevresinde termal düzenleyici bir etkiye sahip olduğu değerlendirilmektedir [40,58].

Bulgular, LST'nin yalnızca nehir varlığı ile değil, aynı zamanda çevresindeki arazi kullanımı ve arazi örtüsünün yüzey özellikleri ile ilişkili olduğunu göstermektedir. Düşük sıcaklıkların su yüzeyleri ve yoğun bitki örtüsüne sahip alanlarda yoğunlaşması, buna karşılık yüksek sıcaklıkların kentsel dokular, çıplak kayalık alanlar ve diğer geçirimsiz yüzeylerde kümelenmesi, yüzey özelliklerinin nehir kaynaklı soğutma etkisinde etkili olduğunu göstermektedir. Bu durum, kentsel morfolojinin nehir kaynaklı soğutma etkisini zayıflatabileceğini ya da güçlendirebileceğini vurgulayan çalışmalarla örtüşmektedir [29,59]. Çalışmada yüksek LST değerlerinin özellikle yapılaşmanın yoğunlaştığı kesimlerde tespit edilmesi, Zhang ve arkadaşları [29] tarafından Tokyo'daki Arakawa Nehri üzerinde gerçekleştirilen çalışmada yüksek bina yoğunluğu ve büyük hacimli yapılaşmanın hava akışını sınırlayarak nehir soğutma etkisini zayıflattığı, buna karşılık daha açık ve düşük yoğunluklu yapılaşmanın ise bu etkiyi güçlendirdiği şeklinde vurgulanan morfolojik baskı mekanizmalarını desteklemektedir. Aynı şekilde bu bulgular Xie ve arkadaşları [59]'nin Çin'in Wuhan kentindeki kentsel çevre üzerindeki soğutma etkisini incelediği çalışmasındaki daha yüksek LST değerlerinin genellikle inşaat alanlarında, orta değerlerin yeşil alanlarda ve daha düşük değerlerin ise su kütlelerinde yoğunlaştığı tespitleriyle de uyumludur.

Göksu Nehri çevresindeki yüksek LST değerlerinin çıplak kayalık araziler ve bitki örtüsünün az geçirimsiz yüzeylerin çok olduğu alanlarda yoğunlaşması ile nehir kenarındaki ve çevresindeki bitki örtüsünün yoğun olduğu alanlarda en düşük LST değerlerinin görülmesi bulguları Hathway ve Sharples [25], Çoşlu ve arkadaşları [60], Zhou ve arkadaşları [22], Wang ve arkadaşları [41] çalışmalarıyla benzerlik göstermektedir. Hathway ve Sharples [25] çalışmalarında ortaya koyduğu yoğun bitki örtüsüne sahip kıyıların sert mühendislik malzemelerinden oluşan kıyılara göre daha düşük sıcaklıklar gösterdiğini, nehir çevresindeki malzemelerin yüzey yapısı, malzeme albedosu ve gölgeleme gibi faktörlerin de soğutma etki ve etki mesafesinde önemli bir etkiye sahip olabileceğini belirtmektedir. Zhou ve arkadaşları [22] çalışmalarında yeşil alanların, LST'yi düşürmede suyun yanında rol oynadığını özellikle riparian yeşil alanların soğutma etkisinin yoğunluğunu artırdığını ortaya koyarken, Wang ve arkadaşları [41] çalışmalarında kıyı bölgelerindeki yüksek bitki örtüsü seviyesinin, suyun soğutulmasını ve nemlendirilmesini iyileştirebildiğini belirtmiştir.

Göksu Nehri için oluşturulan sıcaklık eğrisi, nehrin soğutma etkisinin süreklilik gösteren ve doğrusal olmayan bir yapı sergilediğini ortaya koymuştur. Tampon bölge analizlerinde, ilk 150 m aralığında sıcaklık artışının daha hızlı olduğu, bu artışın yavaşlayarak 270 m aralığına kadar devam ederek ilk dönüm noktasını oluşturduğu ve 300 m sonrasında ise sıcaklık artışının sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu da ilk 150 m aralığının nehirlerin soğutma etkisi açısından önemli olduğunu göstermektedir. Çalışmada ortaya konan bu bulgular literatürdeki çalışmalarda belirtilen soğutma etkisinin mesafeyle zayıfladığı ve bu soğutma etkisinin genellikle su kütlesine yakın mesafe aralığında yoğunlaştığı bulgularıyla uyumaktadır [25-27,41]. Hathway ve Sharples [25], İngiltere'de küçük bir kentsel nehrin UHI etkisini azaltma etkisini ve bu potansiyel azaltmada nehrin kıyısındaki kentsel formun rolünü incelediği çalışmada, nehirden 40 m

uzaklıkta soğuma seviyesinin ihmal edilebilir düzeyde olduğunu ancak kıyıdan 30 m uzaklıkta önemli bir soğutma etkisi saptandığını belirtmiştir. Wu ve Zhang [27], çalışmasında Çin'in Suzhou Körfezi bölgesinde gündüz saatlerinde su kütlelerinin LST üzerindeki soğutma etkilerini inceleyerek maksimum soğutma mesafesinin 752 m ve maksimum soğutma etkisinin 3,02 °C olduğunu ve bu bulgunun soğuk kenar etkisini güçlendirdiğini belirtmiştir. Wang ve arkadaşları [41], Wuhan'daki Yangtze Nehri yakınlarında mobil ölçümlerle gerçekleştirdiği çalışmada, nehir kıyısından 1741 m uzaklıktaki etki alanında sıcaklık farkının 3,55 °C olduğunu tespit etmiştir. Sökmen ve Eminel Kutay [26] ise aynı şekilde Eskişehir Porsuk Nehri ve çevresinde yaptığı çalışmada, su kütlelerinin yaz aylarında 90 m içinde 3,41 °C'ye kadar, ilkbahar ve sonbahar aylarında ise su kütlelerinin 120 metreye kadar olan mesafelerde sırasıyla 2,03 °C ve 1,92 °C'ye kadar sıcaklıkları düşürebildiğini göstermiştir. Benzer şekilde, sulak alan ve su kütlelerine yönelik çalışmalar da soğutma etkisini belirleyen faktörlerin çok boyutlu olduğunu ortaya koymaktadır. Sulak alan büyüklüğü, şekli, konumu ve hidrolojik bağlantı düzeyi [16,44,58,61-62] ile çevredeki peyzaj kompozisyonu ve bitki örtüsü yoğunluğu [18,44,63-64], soğutma etkisinin hem şiddetini hem de mekânsal yayılımını doğrudan etkilemektedir. Bu genel çerçeve içerisinde değerlendirildiğinde, Göksu Nehri'nde belirlenen 270 m'lik maksimum soğutma mesafesi ve gözlenen sıcaklık dağılımları, çalışma alanının özgül morfolojik ve çevresel özelliklerinin bir sonucu olarak ortaya çıkmaktadır.

Bu çalışmanın bazı sınırlılıkları bulunmaktadır. Analizler, yalnızca tek bir tarihe ait Landsat 8 uydu görüntüsü üzerinden gerçekleştirilmiş olup mevsimsel ve günlük sıcaklık değişimleri değerlendirmeye dâhil edilmemiştir. Ayrıca, hava sıcaklığı, rüzgâr yönü ve nem gibi meteorolojik değişkenler ile su debisi ve akış hızı gibi hidrolojik parametreler analiz kapsamı dışında bırakılmıştır. Bu nedenle elde edilen bulgular, çalışma dönemine özgü koşullar çerçevesinde değerlendirilmelidir. Sonraki çalışmalarda farklı mevsim ve çok zamanlı uydu görüntülerinin kullanılması ile daha kapsamlı sonuçlar ortaya konulabilir. Çalışmanın bir diğer sınırlılığı ise tek bir örneklem alanı üzerinde gerçekleştirilmiş olmasıdır. Farklı morfoloji, farklı ölçek ve farklı iklim bölgelerini kapsayan çalışmalar ile yapılan analizler, nehirlerin ve mavi altyapıyı oluşturan su yüzeylerinin soğutma etkilerinde oluşabilecek farklılıkları ortaya koyabilir.

5. SONUÇLAR

Bu çalışma, Göksu Nehri örneği üzerinden akarsuların soğutma etkisini nicel olarak değerlendirmiş ve bu etkinin mekânsal sınırlarını ortaya koymuştur. Landsat 8 OLI/TIRS verilerinden türetilen LST analizleri, nehrin çevresinde anlamlı bir soğutma etkisi oluşturduğunu ve bu etkinin mekânsal olarak belirli bir mesafe ile sınırlı olduğunu göstermiştir. Bulgular, düşük LST değerlerinin su yüzeyleri ve yoğun bitki örtüsüne sahip alanlarda, yüksek LST değerlerinin ise çıplak kayalık ve yapılaşmanın yoğun olduğu alanlarda oluştuğunu ortaya koymuştur. Tampon bölge ve regresyon analizleri, Göksu Nehri'nin maksimum soğutma etki mesafesinin 270 m olduğunu ve bu sınır içerisinde soğutma etkisinin nehir kenarında 2,09 °C'ye kadar ulaştığını göstermiştir. Ayrıca, LST ile mesafe arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuş ($p < 0,001$; $R^2 = 0,86$) ve nehir kaynaklı soğutma etkisinin nehirden uzaklaştıkça kademeli olarak zayıfladığını ortaya koymaktadır. Elde edilen sonuçlar, su kaynaklı soğutma etkisinin mekânsal olarak tanımlanabilir ve mesafeyle zayıflayan çok boyutlu bir çevresel süreç olduğunu göstermektedir. Bu durum, su kütlelerinin çevresel LST üzerindeki etkisini inceleyen önceki çalışmalarla tutarlı olup nehrin doğrusal bir soğuk koridor oluşturduğunu, ancak suyun boyutu, konumu ve çevresel arazi deseni (yüzey özellikleri, bitki örtüsü ve yapılaşma biçimleri) gibi faktörlerin bu soğutma etkisini şekillendirdiğini göstermektedir. Ayrıca, LST'nin nehirden uzaklaştıkça sistematik olarak arttığı bulgusu, nehirlerin yalnızca ekolojik değil, aynı zamanda iklim uyumlu mekânsal planlama açısından da bir işleve sahip olduğunu göstermekte ve su kaynaklı mikroiklim düzenlemesinin planlama ve yönetim açısından önemini vurgulamaktadır. Bu bağlamda, doğal su kütleleri ile riparian alanların korunması ve doğal su alanlarını taklit ederek yıllar içinde kendi ekosistemlerini oluşturan yapay sulak alanların planlanması ve soğutma etkisinin mekânsal sınırının mekânsal planlama çalışmalarında yerini alması, yerel ölçekte termal çevreyi düzenlemeye yönelik doğa tabanlı çözüm stratejileri olarak değerlendirilebilir.

6. KAYNAKLAR

1. Oke, T.R. (2002). *Boundary layer climates* (2nd ed.). Routledge, Taylor & Francis e-Library. ISBN 0-203-71545-4.
2. Karakuş, N. ve Yücel, M. (2011). Yutak alanların iklim değişikliği üzerine etkilerinin Türkiye örneğinde araştırılması. *Ç.Ü. Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 25(6), 125-134.

3. Nguyen, K.-A., Thai, M.-T., Melkamu, T., Le, T.-V. & Liou, Y.-A. (2024). Quantifying the cooling intensity of urban green spaces (UGSs) on land surface temperature (LST) in Hanoi metropolitan Area, Vietnam. *City and Environment Interactions*, 28, 100264.
4. Reinwald, F., Thiel, S., Kainz, A. & Hahn, C. (2024). Components of urban climate analyses for the development of planning recommendation maps. *Urban Climate*, 57, 102090.
5. Çakır, R. ve İnce, C. (2025). Küresel bir afet biçimi olarak iklim değişikliği ve halk sağlığına olası etkileri: bir literatür taraması. *SDÜ Sağlık Yönetimi Dergisi*, 7(2), 126-147.
6. Karakuş, N. (2026). Serik Kent Merkezinde Uzaktan Algılama Teknikleriyle Mahalle Ölçeğinde Karbon Depolama Potansiyelinin Belirlenmesi. 10. *International Mediterranean Scientific Research and Innovation Congress*, 11-12 April 2026.
7. Tokmakçı, M., Bilgili, M. ve Pınar, E. (2025). Küresel iklim değişikliği ve iklim göstergelerindeki tarihsel eğilimler. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 40(1), 127-140.
8. Liu, Y., Shintaro, G., Zhuang, D. & Kuang, W. (2012). Urban surface heat fluxes infrared remote sensing inversion and their relationship with land use types. *Journal of Geographical Sciences*, 22(4), 699-715.
9. Zhang, H., Qi, Z.-F., Ye, X.-Y., Cai, Y.-B., Ma, W.-C. & Chen, M.-N. (2013). 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, 121-133.
10. Wang, A., Dai, Y., Zhang, M., Chen, E. & Shu, T. (2025). Urban heat risk under land cover change and climate scenarios: A seasonal LST assessment of the Chengdu–Chongqing Megaregion. *Energy and Buildings*, 347, Part B, 116229.
11. Chen, M., Zhou, Y., Hu, M. & Zhou, Y. (2020). Influence of urban scale and urban expansion on the urban heat Island effect in metropolitan areas: case study of beijing–tianjin–hebei urban agglomeration. *Remote Sensing*, 12(21), 3491.
12. Guo, G., Wu, Z., Cao, Z., Li, S. & Chen, Y. (2023). Assessment of spatio-temporal intra-rural heat island variability based on IoT monitoring. *Urban Climate*, 52, 101695.
13. Du, Y., Zhang, A., Zhen, Q., Taleghani, M., Zheng, C., Zhu, L., Zheng, Y. & Zhang, Q. (2024). Rural heat island effect of centralized residences in China: mitigation through localized measures. *Sustainable Cities Society*, 114, 105782.
14. Zhou W., Wang, H., Cheng, F., Peng, S. & Zhou T. (2024a). Water bodies as a stable reference for urban heat islands intensity measurements. *Ecological Indicators*, 166, 112343.
15. Karakuş, N. & Koç, A. (2025). Evaluation of the thermal effects of urban agricultural areas on surrounding cultural settlements: The case of Dörtöyl citrus orchard. *International Journal of Agriculture Environment and Food Sciences*, 9(Special), 131-141.
16. Sun, R., Chen, A., Chen, L. & Lü, Y. (2012). Cooling effects of wetlands in an urban region: The case of Beijing. *Ecological Indicators*, 20, 57-64.
17. Gunawardena, K.R., Wells, M.J. & Kershaw, T. (2017). Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *Science of The Total Environment*, 584-585, 1040-1055.
18. Wu, Y., Xi, Y., Feng, M. & Peng, S. (2021a). Wetlands cool land surface temperature in tropical regions but warm in boreal regions. *Remote Sensing*, 13(8), 1439.
19. Shi, D., Song, J., Zhong, Q., Myint, S.W., Zeng, P. & Che, Y. (2024). Cooling wisdom of ‘water towns’: How urban river networks can shape city climate? *Remote Sensing of Environment*, 300, 113925.
20. Cheval, S., Popa, A.-M., Şandric, I. & Ioja, I.-C. (2020). Exploratory analysis of cooling effect of urban lakes on land surface temperature in Bucharest (Romania) using landsat imagery. *Urban Climate*, 34, 100696.
21. Wu, S., Yang, H., Luo, P., Luo, C., Li, H., Liu, M., Ruan, Y., Zhang, S., Xiang, P., Jia, H. & Cheng, Y. (2021b). The effects of the cooling efficiency of urban wetlands in an inland megacity: A case study of Chengdu, Southwest China. *Building and Environment*, 204, 108128.
22. Zhou, W., Wu, T. & Tao, X. (2024b). Exploring the spatial and seasonal heterogeneity of cooling effect of an urban river on a landscape scale. *Scientific Reports*, 14, 8327.
23. Deng, Y., Jiang, W., Ling, Z., Liu, L. & Sun, S. (2025). Revealing the driving factors of urban wetland park cooling effects using random forest regression and SHAP algorithm. *Sustainable Cities and Society*, 120, 106151.
24. Kahraman, E. ve Selim, S. (2026). Mikroklimatik düzenleyici olarak su yüzeyleri ve arazi örtüsü: Yapay zekâ destekli uzaktan algılama verileri ile mekânsal bir inceleme. 10. *International Mediterranean Scientific Research and Innovation Congress*, 11-12 April 2026.

25. Hathway, E.A. & Sharples, S. (2012). The interaction of rivers and urban form in mitigating the urban heat island effect: A UK case study. *Building and Environment*, 58, 14-22.
26. Sökmen, E.D. & Eminel Kutay, M. (2025). Assessing the cooling effects of narrow urban rivers: a spatial analysis of the Porsuk River. *Environmental Monitorin Assessment*, 197, 800.
27. Wu, Z. & Zhang, Y. (2019). Water bodies' cooling effects on urban land daytime surface temperature: Ecosystem service reducing heat island effect. *Sustainability*, 11(3), 787.
28. Nan, X., Zhu, H., Shu, Y., Yan, H., Middel, A., Lin, W., Ning, A. & Bao Z. (2025). Assessing the impact of urban form on river-cooling dynamics: An empirical study in Hangzhou, China. *Urban Climate*, 64, 102697.
29. Zhang, L., Bagan, H., Chen, C. & Yoshida, T. (2025). Exploring the impact of urban morphology on river cooling effects: A case study of the Arakawa River in Tokyo. *Ecological Indicators*, 172, 113288.
30. Böck, K., Polt, R. & Schülting, L. (2018). Ecosystem services in river landscapes. In *Riverine Ecosystem Management*, 413-433. Springer.
31. Kahraman, E. ve Karakuş, N. (2025). Yapay sulak alanlar ve soğutma etkisine yönelik sistematik bir inceleme. S. Güngör (Ed.), *Peyzaj Mimarlığı Alanında Araştırmalar ve Değerlendirmeler Aralık 2025* içinde, 29-40. Gece Kitaplığı: Ankara.
32. Kahraman, E. ve Kaya, L.G. (2025). Kent ekosistemlerinde yapay sulak alanların kullanımı. F. Çelik (Ed.), *Peyzaj Mimarlığı: Teori, Metodoloji ve Uygulama Ekim 2025* içinde 15-32. Platanus Yayınları Ankara.
33. Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P. & van den Belt M. (1998). The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Ecological Economics*, 25(1), 3-15.
34. Kahraman, E. (2023). Yapay sulak alanların kent ekosistemi üzerine etkisi: Antalya-Konyaaltı örneği. *Doktora tezi*. Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı, 170.
35. Selim, S., Kahraman, E., Selim, C., Olgun, R., Karakuş, N., Önen, E., ... & Çinar, İ. (2024). Potential flood risk scenario and its effects on landscape composition using hydraulic modeling (HEC-RAS) in Boğaçay Sub-Basin/Türkiye. *Applied Sciences*, 15(1), 219.
36. Yıldırım, H., Kahraman, E. ve Kaya, L.G. (2023). Suyun korunmasında sünger kent kavramı ve etkileri. L.G. Kaya (Ed.), *Mimarlık, Planlama ve Tasarım Alanında Uluslararası Araştırmalar* içinde, 55-90. Platanus Yayınları Ankara.
37. Mondal, I., Hossain, SK. A., Rahman, M.T., Ibrahim, W.M. & Juliev, M. (2026). Predicting blue carbon sequestration in Sundarban coastal mangroves: A spatially explicit approach with INVEST and machine learning to advance climate resilience and UN SDG-aligned nature-based climate solutions. *Marine Pollution Bulletin*, 226, 119387.
38. Olgun, R., Cheng, C. & Coseo, P. (2024). Nature-based solutions scenario planning for climate change adaptation in arid and semi-arid regions. *Land*, 13(9), 1464.
39. Regmi, S. & Gheewala, S.H. (2025). Scaling up nature-based solutions for food security and climate resilience in wetlands: typologies, barriers and opportunities. *Journal for Nature Conservation*, 88, 127062.
40. Gupta, N., Mathew, A. & Khandelwal, S. (2019). Analysis of cooling effect of water bodies on land surface temperature in nearby region: A case study of Ahmedabad and Chandigarh cities in India. *Egypt. J. Remote Sens. Space Sci.*, 22, 81-93.
41. Wang, Y., Ouyang, W., Zhan, Q. & Zhang, L. (2022). The cooling effect of an urban river and its interaction with the littoral built environment in mitigating heat stress: A mobile measurement study. *Sustainability*, 14(18), 11700.
42. Akgün, E., İnceöz, M. ve Manap, H.S. (2021). Aktif tektonikte uzaktan algılama uygulamaları: Doğu Anadolu Fay Zonu'ndan bir örnek. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 36(2), 473-482.
43. Çiçekli, S.Y. (2024). Yanmış orman alanlarının uzaktan algılama teknikleri ile araştırılması: Kozan orman yangını örneği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 39(2), 503-514.
44. Karakuş, N. & Kahraman, E. (2026). Antalya'da yapay sulak alan uygulamalarının yüzey sıcaklığı üzerindeki etkilerinin uzaktan algılama ve CBS teknikleriyle analizi. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 14(3), 705-716.

45. Karakuş, N. & Kahraman, E. (2025). Uzaktan algılama verileriyle arazi kullanımı/arazi örtüsünün arazi yüzey sıcaklığı üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi: Antalya ili Konyaaltı ilçesi örneği. *Journal of Anatolian Environmental and Animal Sciences*, 10(6), 1062-1069.
46. Xu, C., Wang, X., Hu, Y., Zou, Z., Zhu, Z., Li, M., Wu, J., Hou, L., Li, Y., Huang, H., Feng, Z., Chen, F., Geng, X. & Cheng, Y. (2025). Global-local driving mechanisms of land surface temperature in cities along the Jiangsu section of the Yangtze River. *Human Settlements and Sustainability*, 1(3), 237-247.
47. Gao, J., Qu, L. & Wu, W. (2025). Spatial-temporal variation of surface temperature and cold island network construction in the Yangtze River delta urban agglomeration: Perspectives from current and future scenarios. *Sustainable Cities and Society*, 126, 106396.
48. TÜİK (2026). *Adrese dayalı nüfus kayıt sistemi sonuçları*. <https://biruni.tuik.gov.tr/medas/?kn=95&locale=tr>. Erişim tarihi: 10.04.2026.
49. Weatherspark (2026). Göksu Bölgesinde yıl boyu iklim ve hava durumu. <https://tr.weatherspark.com/y/102391/G%C3%B6ksu-T%C3%BCrkiye-Ortalama-Hava-Durumu-Y%C4%B1l-Boyunca> Erişim tarihi: 05.06.2026.
50. ÇŞB (2025). *Özel çevre koruma bölgeleri, Göksu Deltası*. <https://webdosya.csb.gov.tr/db/tabiat/icerikler/goksu-20211124130650.pdf>. Erişim tarihi: 10.04.2026.
51. Çilek, A. (2021). Düzenleyici ekosistem hizmetlerinde toprak erozyonunun haritalanması: Göksu Havzası örneği. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 36(2), 409-419.
52. Tekin, S. ve Çan, T. (2019). Göksu Nehri Havza'sının jeomorfometrik analizler ile değerlendirilmesi. *Uluslararası Katılımlı, 72. Türkiye Jeoloji Kurultayı*, Ankara, Türkiye.
53. Artis, D. A. & Carnahan, W.H. (1982). Survey of emissivity variability in thermography of urban areas. *Remote Sensing of Environment*, 12(4), 313-329.
54. Selim, S., Eyileten, B. & Karakuş, N. (2023). Investigation of green space cooling potential on land surface temperature in Antalya city of Turkey. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 48, 107-114.
55. Karakuş, N. (2025). Determining the cooling effect of urban agricultural areas through remote sensing-based LST and spatial analyses. *Journal of Agricultural Production*, 6(4), 271-281.
56. Olgun, R., Karakuş, N., Selim, S., Yılmaz, T., Erdoğan, R., Aklıbaşında, M., Dönmez, B., Çakır, M. & Ardahanlıoğlu, Z.R. (2025). Impacts of landscape composition on land surface temperature in expanding desert cities: a case study in Arizona, USA. *Land*, 14(6), 1274.
57. Park, C.Y., Lee, D.K., Asawa, T., Murakami, A., Kim, H.G., Lee, M.K. & Lee, H.S. (2019). Influence of urban form on the cooling effect of a small urban river. *Landscape and Urban Planning*, 183, 26-35.
58. Wenguan, Z., Wenjuan, W., Guanglei, H., Chao, G., Ming, J. & Xianguo, J. (2020). Cooling effects of different wetlands in semi-arid rural region of Northeast China. *Theoretical and Applied Climatology*, 141, 31-41.
59. Xie, Q., Ren, L. & Yang, C. (2023) Regulation of water bodies to urban thermal environment: Evidence from Wuhan, China. *Front. Ecol. Evol.* 11, 983567.
60. Coşlu, M., Karakuş N., Selim S. & Sönmez N.K. (2021). Evaluation of the relationship between land use and land surface temperature in Manavgat sub-basin. Prof. Dr. Arzu Altıntaş (Ed.), In *Planning, Design And Managment In Landscape Architecture*, 3-28, Ankara: İksad Yayınevi.
61. Hou, H. & Estoque, R.C. (2020). Detecting cooling effect of landscape from composition and configuration: An urban heat island study on Hangzhou. *Urban Forestry & Urban Greening*, 53, 126719.
62. Yan, Y., Hou, H., Murayama, Y., Wang, R. & Hu, T. (2024). How do landscape patterns affect cooling intensity and scale? Evidence from 13 primary urban wetlands in China. *Ecological Indicators*, 166, 112574.
63. Karakuş, N. (2026). Kentsel mavi koridorların soğutma etkisinin uzaktan algılama ve CBS tabanlı analizi: Manavgat Nehri örneği. *Geomatik*, 11(2), 296-311.
64. Zheng, Y., Li, Y., Hou, H., Murayama, Y., Wang, R. & Hu, T. (2021). Quantifying the cooling effect and scale of large inner-city lakes based on landscape patterns: A case study of Hangzhou and Nanjing. *Remote Sensing*, 13(8), 1526.

