



Kentsel Isı Adası Etkisinin Mekânsal ve Zamansal Değişimlerle İlişkisi: Sistematik Bir Literatür Analizi [*]

Halil DUYMUŞ^{1*} Seyhan SEYHAN² Mehtap ÖZENEN-KAVLAK^{3*,4} Alper ÇABUK^{5,6}

¹Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Çukurova Üniversitesi, Adana, Türkiye

²Orman Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Trabzon, Türkiye

³Açık ve Uzaktan Eğitim Fakültesi, Coğrafya Bölümü, İstanbul Üniversitesi, 34398, Sarıyer, İstanbul, Türkiye

⁴Yer ve Uzak Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama ve Coğrafi Bilgi Sistemleri Anabilim Dalı, Eskişehir Teknik Üniversitesi, 26555, Eskişehir, Türkiye

⁵Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Mimarlık Bölümü, Eskişehir Teknik Üniversitesi, 26555, Eskişehir, Türkiye

⁶TAPLAK, Tasarım ve Planlama Akreditasyon Derneği, Eskişehir, Türkiye

Geliş Tarihi: 04.12.2024

Kabul Tarihi: 24.12.2024

Basım Tarihi: 31.01.2025

Atıf yapmak için: Duymuş, H., Seyhan, S., Özenen Kavlak, M. & Çabuk, A. (2025). Kentsel Isı Adası Etkisinin Mekânsal ve Zamansal Değişimlerle İlişkisi: Sistematik Bir Literatür Analizi. *Anadolu Çev. Hay. Bil. Derg.*, 10(1), 1-14. <https://doi.org/10.35229/jaes.1596060>

How to cite: Duymuş, H., Seyhan, S., Özenen Kavlak, M. & Çabuk, A. (2025). Relationship of Urban Heat Island Effect with Spatial and Temporal Changes: A Systematic Literature Analysis. *J. Anatol. Env. Anim. Sci.*, 10(1), 1-14. <https://doi.org/10.35229/jaes.1596060>

*ID: <https://orcid.org/0000-0002-8113-9674>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-6046-5024>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-5369-4494>
ID: <https://orcid.org/0000-0002-0684-2247>

*Sorumlu yazarın:

Halil DUYMUŞ
Çukurova Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi,
Peyzaj Mimarlığı Bölümü, Adana, Türkiye
✉: hduymus@cu.edu.tr

Öz: Kentsel ısı adası (KIA) etkisi, kentsel alanlardaki sıcaklıkların kırsal çevrelere göre artışıyla karakterize edilen ve çevresel kalite, insan sağlığı ve kentsel sürdürülebilirlik üzerinde önemli etkileri olan bir olgudur. Bu sistematik literatür incelemesi, dünya genelindeki farklı şehirlerde kentsel ısı adası etkisinin mekânsal ve zamansal değişimleri üzerine yapılan çalışmalarını incelemeyi amaçlamaktadır. 2024 yılı içerisinde konu ile ilgili güncel ve yüksek atıf almış çalışmaların yanı sıra Temmuz 2024'e kadar Science Direct, Taylor&Francis, MDPI ve SpringerLink gibi farklı veri tabanlarında arama yapılarak çalışmalar incelenmiştir. Araştırma veri tabanları üzerinden "KIA, kentsel ısı adası, yüzey kentsel ısı adası, YKIA" anahtar kelimeleri kullanılarak mekânsal ve zamansal değişimler üzerine yapılan çalışmalar taranmıştır. Tam metinler, atıflar ve özetler değerlendirme için kullanılmıştır. Çalışmada hakemli çalışmalar incelenerek, kentsel ısı adası yoğunluğunu etkileyen ana faktörler belirlenmiştir. Ayrıca, kentsel ısı adası araştırmalarında kullanılan yöntemler, uzaktan algılama tekniklerinden saha ölçümleri ve modellere yaklaşımlarına kadar ele alınmıştır. Bulgular, kentsel ısı adası etkilerini azaltılmasında bütüncül kentsel planlama ve yeşil altyapı uygulamalarının önemini vurgulamaktadır. Hazırlanan tabloda kaynak/referans, amaç ve hedefler, metodoloji ve son olarak çalışmaların bulgularına yer verilmiştir. Bu kapsamlı kentsel ısı adası araştırma sentezi, sürdürülebilir ve dirençli kentsel çevreler geliştirmeyi hedefleyen şehir plancıları, politika yapıcılar ve araştırmacılar için değerli bilgiler sunmaktadır.

Anahtar kelimeler: Kentsel planlama ve tasarım, mekânsal ve zamansal değişimler, uzaktan algılama, kentsel ısı adası.

Relationship of Urban Heat Island Effect with Spatial and Temporal Changes: A Systematic Literature Analysis

Abstract: The urban heat island effect is a phenomenon characterised by an increase in temperatures in urban areas relative to rural environments. This phenomenon has significant impacts on environmental quality, human health, and urban sustainability. This systematic literature review aims to analyse studies on the spatial and temporal variations of the urban heat island effect in different cities around the world. In addition to the most recent and highly cited studies on the subject published in 2024, studies were examined by searching different databases, including Science Direct, Taylor & Francis, MDPI, and SpringerLink, until July 2024. A search of research databases was conducted using the keywords 'UHI', 'urban heat island', and 'surface urban heat island', in order to identify studies on spatial and temporal changes. The evaluation was based on the analysis of full texts, citations, and abstracts. In this study, peer-reviewed studies were subjected to analysis, with a view to identifying the principal factors affecting the intensity of the urban heat island. Furthermore, the methodologies employed in urban heat island research are examined, encompassing remote sensing techniques, field measurements, and modelling approaches. The findings underscore the significance of comprehensive urban planning and green infrastructure practices in mitigating urban heat island effects. The table presents the source/reference, aims and objectives, methodology, and finally, the findings of the studies. This comprehensive synthesis of urban heat island research offers valuable insights for urban planners, policy makers, and researchers striving to develop sustainable and resilient urban environments.

*Corresponding author's:

Halil DUYMUŞ
Çukurova University, Faculty of Architecture,
Department of Landscape Architecture, Adana,
Türkiye ✉: hduymus@cu.edu.tr

Keywords: Urban planning and design, Spatial and temporal changes, Remote sensing, Urban heat island.

GİRİŞ

21. yüzyılda insanlığın karşılaştığı en büyük problemlerden birisi kentsel ısı adası (KIA) etkisidir. KIA etkisi, kent merkezlerinin çevrelerine göre daha yüksek sıcaklığına sahip olması durumudur. Bu durum kentleşme ve insan faaliyetleri sonucunda ortaya çıkmaktadır ve yoğun yapılaşma, asfalt ve beton yüzeylerin artması, yeşil alanların azalması, motorlu taşıt kullanımının artması ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanmaktadır (Oke, 1982). Son dönemde yapılan çalışmalarda, yeşil alanların azalmasının ve kentsel ısı adası etkisinin artışının, özellikle yaz aylarında belirgin hale geldiği ve yüksek yoğunluklu şehir merkezlerinde sıcaklıkların çevre alanlara göre 10°C'ye kadar fark gösterdiği belirtilmektedir (Semenzato ve Bortolini, 2023).

KIA etkisinin anlaşılması ve yönetilmesi, sürdürülebilir kentsel yaşam ve iklim değişikliği ile mücadelede kritik bir öneme sahiptir. KIA, kentlerin enerji tüketimini ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini artırmaktadır (Grimmond, 2007). Enerji tüketimindeki artış, fosil yakıt kullanımını ve dolayısıyla sera gazı salınımını artırarak küresel iklim değişikliğini daha da etkilemektedir (Santamouris, 2015). Aynı zamanda insanların enerji ihtiyaçlarını artırarak çevresel ve halk sağlığı üzerinde olumsuz sonuçlar doğurmaktadır. Özellikle sıcak hava dalgaları sırasında şehirlerdeki ısı stresi, sıcak çarpması ve diğer sıcaklıkla ilişkili sağlık sorunları daha yüksek seviyelere ulaşabilmektedir (Kovats ve Hajat, 2008). Bu kapsamda, 2023 yılında yapılan bir çalışmada, kentsel yeşil alanların genişletilmesi ile sıcaklıkların düşürülebileceği ve enerji tüketiminin %20'ye kadar azaltılabileceği vurgulanmıştır (Pritipadmaja ve Garg, 2023).

KIA, şehirlerdeki malzeme ve enerji akışını etkileyerek, şehir ekosistemlerinin yapısını ve işlevlerini değiştirmektedir. Bu da kent iklimlerini, hidrolojik durumlarını, toprak özelliklerini, atmosferik çevresini, biyolojik alışkanlıklarını ve şehir sakinlerinin sağlığı üzerinde bir dizi ekolojik ve çevresel etki oluşturmaktadır. Bu noktada kentlerde, KIA etkisini azaltmak için yeşil altyapı uygulamaları, yeşil alanların artırılması, yansıtıcı yapı malzemelerinin kullanımı ve sürdürülebilir şehir planlama stratejileri önerilmektedir (Debbage ve Shepherd, 2015; Stone vd., 2012). Özellikle, 2024 yılı çalışmaları, daha yüksek bina gölgelenmesinin mahalle yüzey sıcaklıklarını anlamlı şekilde düşürdüğünü ve bunun KIA etkisini azaltmada önemli bir faktör olduğunu göstermiştir (Li vd., 2024). Bu stratejiler binaların enerji verimliliğini artırmakta, enerji tüketimini ve sera gazı emisyonlarını azaltmaktadır (Zhao ve Magoulès, 2012). Şehir içi ulaşımın çevresel etkilerinin azaltılması ile daha düşük karbon ayak izine sahip şehirler oluşturulmaktadır (Banister, 2008). Yeşil altyapı uygulamalarıyla (yeşil çatılar, dikey bahçeler ve kent parkları gibi uygulamalar), şehirlerdeki sıcaklıklar

düşürülerek enerji tüketiminin azaltılması sağlanmaktadır (Bowler vd., 2010; Mohajerani vd., 2017). Aynı zamanda yeşil alt yapı uygulamaları ile biyolojik çeşitliliğin korunması sağlanarak kentlerde ekosistem hizmetlerinin sürdürülmesine de katkıda bulunmaktadır (Tzoulas vd., 2007). Bu stratejiler binaların enerji tüketimini önemli ölçüde azaltarak, özellikle yaz aylarında soğutma enerjisi ihtiyacını karşılamaktadır (Li vd., 2019). Ayrıca kentlerin su yönetimini iyileştirerek sürdürülebilir bir kent yaşamı desteklenmektedir (Cheng vd., 2021). Yeni çalışmalar, su ve yeşil alan entegrasyonunun hem KIA etkisini azaltmada hem de biyolojik çeşitliliği korumada kilit bir strateji olduğunu göstermektedir (Thambawita vd., 2023). Sonuç olarak, küresel iklim değişikliği ve KIA etkisi ile mücadelede yeşil altyapı ve entegre kent planlaması stratejilerinin önemi büyüktür. Bu yaklaşımlar, enerji tüketimini azaltarak daha sürdürülebilir ve yaşanabilir şehirler oluşturmak için kritik bir rol oynamaktadır (Santamouris, 2015).

KIA etkisi, şehirlerdeki mekânsal ve zamansal değişimlerin doğrudan bir sonucudur. Bu noktada kentsel yerleşim düzeni, yüzey malzemelerinin özellikleri, hava ve iklim koşulları, yerel meteorolojik faktörler, şehirlerin fiziksel, yapısal ve morfolojik özelliklerindeki mekânsal ve zamansal değişimler, KIA etkisini belirleyen önemli faktörlerdir (Santamouris, 2015; Wang vd., 2016). Kentlerin yapılaşma biçimi ve düzeni, rüzgâr akışını ve gölgeleme etkilerini belirlemektedir. Yüksek binalar, dar sokaklar ve azalan yeşil alanlar, hava sirkülasyonunu engelleyerek ısının şehir içinde hapsolmesine neden olmaktadır (Landsberg, 1981). Aynı zamanda kentsel alanlarda kullanılan yapı malzemeleri (beton, asfalt vb.), yüksek yapı yoğunluğu, bina yüzey oranlarının ve yol genişliklerinin fazla olması, güneş ışığının daha fazla emilmesine ve daha fazla sürede ısıyı tutmasını sağlamaktadır. Bunun sonucunda, bu alanlarda gece sıcaklıkları daha yüksek seviyelere ulaşmaktadır (Kim vd., 2017; Oke, 1982). Bu noktada yüksek ısıl kapasitesi ve düşük yansıtma özelliği, ısı adası etkisini artırmaktadır. Buna ek olarak mevsimsel ve günlük sıcaklık değişimlerine göre de KIA etkisi farklılık göstermektedir. Bu durum, özellikle yaz aylarında daha belirgin hale gelmektedir. Çünkü güneş ışığının yoğun olduğu yaz aylarında şehirlerdeki ısı birikimi daha fazla olmaktadır (Peng vd., 2019). Bu kapsamda şehir planlamasında yeşil alanların artırılması, yansıtıcı yüzeylerin kullanılması ve enerji verimliliği sağlayan çözümler gibi stratejik önlemler alınması kritik önem taşımaktadır. Bu önlemler ile hem şehirlerin daha yaşanabilir hale gelmesi sağlanabilecek hem de iklim değişikliği ile mücadelede önemli bir adım atılmış olacaktır.

Bu kapsamda, bu çalışmada, mekânsal ve zamansal değişimlerin KIA etkisinin kapsamlı bir şekilde anlaşılmasını sağlamak, mevcut bilgi birikimini derleyerek araştırmacılara, plancılara ve politika yapıcılara rehberlik

etmek amaçlanmaktadır. Böylece KIA etkisinin nedenlerini, sonuçlarını ve çözüm stratejilerini sistematik bir şekilde ele alarak, konunun farklı yönleri bir araya getirilerek literatürdeki boşlukların belirlenmesi hedeflenmektedir.

METOT

KIA etkileri üzerinde araştırma yapan çalışmalar belirleyebilmek için 2024 yılı içerisinde konu ile ilgili güncel ve yüksek atıf almış çalışmaların yanı sıra Temmuz 2024'e kadar Science Direct, TaylorveFrancis, MDPI ve SpringerLink gibi farklı veri tabanlarında arama yapılarak çalışmalar incelenmiştir. Araştırma veri tabanları üzerinden "KIA, kentsel ısı adası, yüzey kentsel ısı adası, YKIA" etkisi anahtar kelimeleri kullanılarak mekânsal ve zamansal değişimler üzerine yapılan çalışmalar taranmıştır. Tam metinler, atıflar ve özetler değerlendirme için kullanılmıştır. Verilen tabloda kaynak/referans, KIA ile çalışma konusu, amaç ve hedefler, metodoloji ve son olarak çalışmaların bulgularına ve sonuçlarına yer verilmiştir.

BULGULAR

Gerçekleştirilen sistematik literatür incelemesi, dünya genelindeki farklı şehirlerde KIA etkisinin mekânsal ve zamansal değişimlerini kapsamlı bir şekilde analiz etmektedir (Tablo 1). İncelenen çalışmalar, KIA yoğunluğunu etkileyen ana faktörleri detaylı bir şekilde ortaya koymuştur. Araştırmalarda kullanılan RS teknikleri, saha ölçümleri ve modelleme yaklaşımları gibi çeşitli metodolojiler, KIA etkilerinin anlaşılmasına önemli katkılar sağlamaktadır. Literatür, entegre kentsel planlama ve yeşil altyapının, KIA etkilerini hafifletmede kritik bir rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca, yapılan çalışmalarda karşılaştırmalı çalışmaların kolaylaştırılması ve politika oluşturma süreçlerine destek olmak için standartlaştırılmış KIA ölçüm protokollerinin önemi vurgulanmaktadır. Genel olarak, KIA etkileri üzerine yapılan araştırmaların bulguları, şehirlerin iklim değişikliği ile başa çıkma kapasitesini artırmak için daha fazla yeşil alanın ve sürdürülebilir kentsel tasarım stratejilerinin benimsenmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 1. Mekânsal ve zamansal değişimlerin KIA üzerindeki etkileri konusunda yapılan literatür özeti.

Table 1. Summary of literature on the effects of spatial and temporal changes on UHI.

Kaynak/Amaç ve Hedefler	Metodoloji	Sonuçlar
(Deng vd., 2024) Çalışma, YKIA ile çeşitli itici faktörler arasındaki nedensel ilişkileri belirlemeyi ve bu faktörlerin farklı ölçeklerde YKIA modelleri üzerindeki etkilerini analiz etmeyi amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, • MODIS görüntüleri, yeniden analiz verileri, asimilasyon verileri ve yardımcı veriler dahil olmak üzere çeşitli veri türleri kullanılmıştır. • KIA yoğunluğundaki değişiklikleri açıklamak için YKIA'deki mekânsal ve zamansal farklılıklar, kural kapsam tanımları ve zaman serisi eğilim analizi kullanılmıştır. • YKIA'nın 2010-2022 yılları arasındaki zamansal eğilimlerini analiz etmek için Theil-Sen tahmincisi (Sen eğimi) ve Mann-Kendall (MK) parametrik olmayan testi kullanılmıştır.	Çalışmanın bulguları incelendiğinde çeşitli kentsel değişkenler ile YKIA etkisi arasında anlamlı nedensel ilişkiler bulunmuştur. • Gece Işığı (NL), nüfus yoğunluğu ve Aerosol Optik Derinliği (AOD) gibi faktörler, YKIA yoğunluğunun temel etkenleri olarak tanımlanmıştır. • Gelişmiş Bitki Örtüsü İndeksi (EVI) ile YKIA arasındaki çift yönlü nedensel ilişki tespit edilmiştir. • Araştırma, büyük şehirlerde KIA etkisinin daha belirgin olduğunu ortaya koymuştur. Şehirleşme sürecinin yüzey yansıtıcılığını azaltarak ısı birikimini artırdığı vurgulanmıştır. • Çalışma sonuçları, dünya çapında 717 şehirde YKIA yoğunluğunun önemli mekânsal ve mevsimsel farklılıklar gösterdiğini, ekvator bölgelerinin YKIA yoğunluğunu artırma konusunda en yüksek riskle karşı karşıya olduğunu ortaya koymuştur.
(Cetin vd., 2024) Bu çalışmada, Türkiye'nin Kayseri ilinde LST ve KIA etkilerinin belirlenmesi ve zaman içindeki değişimlerinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Çalışma, Kayseri'nin merkezi ilçeleri olan Kocasinan, Melikgazi, Talas ve Hacilar'daki vegetasyon ve yapılaşma alanlarındaki değişiklikleri inceleyerek, kentsel planlama ve sürdürülebilir arazi kullanımına yönelik stratejiler geliştirmeyi hedeflemektedir.	Bu çalışma kapsamında, • Landsat 8 ve Landsat 9 uyduları görüntüleri kullanılarak LST ve KIA etkileri hesaplanmıştır. • Çalışma, üç aşamalı bir yöntem izlemektedir: • İlk olarak termal bantlar kullanılarak yüzey sıcaklıkları belirlenmiş ve KIA haritaları oluşturulmuştur; • İkinci olarak, vegetasyon yoğunluğunu belirlemek için Normalized Difference Vegetation Index (NDVI) ve yapılaşma yoğunluğunu belirlemek için Normalized Difference Built-Up Index (NDBI) analizleri yapılmıştır; • Son olarak, KIA, NDVI ve NDBI sonuçları arasındaki ilişkiler incelenmiştir.	Çalışmanın bulguları, 2013 ve 2022 yılları arasında Kayseri'deki LST ve KIA etkilerinin önemli ölçüde değiştiğini göstermektedir. • NDVI artarken, NDBI azalmıştır. • Bulgular, NDVI ile KIA arasında güçlü bir negatif korelasyon ve NDBI ile KIA arasında güçlü bir pozitif korelasyon olduğunu ortaya koymaktadır. • Bu, vegetasyon alanlarının arttıkça KIA etkisinin azaldığını, yapılaşma alanlarının arttıkça KIA etkisinin arttığını göstermektedir. • Kayseri'deki mevcut yeşil alanların korunması ve yeni yeşil alanların planlanması, kentsel ısı adası etkisini azaltmada önemli bir strateji olarak vurgulanmıştır.
(Xi vd., 2024) Bu çalışmanın amacı, Hefei şehrinin, merkezi kentsel bölgesindeki Local Climate Zone (LCZ) ve YKIA'lerin mekânsal ve zamansal dağılımını incelemektir.	Bu çalışma kapsamında, • Landsat görüntüleri, arazi kullanım örtüsü, DEM, bina konturları, bina yükseklikleri, yollar, ilgi noktaları, nüfus verileri ve gece ışık yoğunluğu verileri toplanmıştır. • LCZ haritalaması için LCZ Generator aracı kullanılmıştır. • Arazi yüzey sıcaklıklarını hesaplamak için tek pencere algoritması kullanılmış ve Pearson korelasyon katsayısı ve coğrafi detektör modelleri kullanılarak YKIA üzerindeki etki mekanizmaları analiz edilmiştir.	Çalışmanın bulguları, Hefei Şehrindeki Yerel LCZ mekânsal dağılımında önemli bir heterojenlik olduğunu, farklı LCZ'lerin KIA etkisinin yoğunluğunu ve dağılımını önemli ölçüde etkilediğini göstermektedir. • Mevsimsel analizler, yaz aylarında YKIA etkisinin arttığını, kış aylarında ise bu etkinin azaldığını ortaya koymuştur. • YKIA'deki mekânsal değişimlerin arkasındaki birincil itici güçler olarak NDBI, NDVI ve yerçekimi su indeksi (GWI) tespit edilmiştir.
(Tang vd., 2024) Bu çalışma, UF ve KIA'nın ortak risk değerlendirmesi için mekânsal ve zamansal bir çerçeve önermeyi amaçlamaktadır. Araştırma hedefleri şunlardır: (1) mekânsal-zamansal kentsel sel UF ve KIA veritabanlarını oluşturmak, (2) UF-KIA ortak riskinin mekânsal-zamansal eğilimini açıklığa kavuşturmak ve (3) ortak itici faktörleri belirlemek ve katkılarını ölçmek.	Çalışma kapsamında, • UF ve KIA'nın ortak riski hesaplanmış, mekânsal ve zamansal korelasyonlar ortaya konulmuş ve ortak itici faktörler belirlenmiştir. • UF duyarlılığı haritalaması için Rastgele Orman (RF) algoritması ve ısı yoğunluğu değerlendirmesi için Mekânsal Durbin Modeli kullanılmıştır.	Çalışmanın bulguları, UF ve ısı adaları arasındaki mekânsal ve zamansal korelasyonları ortaya çıkararak ortak itici faktörleri tanımlamıştır. • Bulgular, bu iki fenomenin birbirleriyle etkileşimli olarak şehirlerde önemli riskler oluşturduğunu göstermektedir. • Analizler, yoğun yapılaşmış alanlarda hem sel riskinin hem de KIA etkisinin arttığını ortaya koymuştur. • Çalışma, ortak risk değerlendirmesi için bir çerçeve önererek, etkili azaltma stratejileri için UF ve ısı adalarının birlikte ele alınmasının önemini vurgulamıştır.
(Yang vd., 2024) Çalışmanın amacı, Çin'de farklı gelişme seviyelerini temsil eden iki şehrin (Pekin ve Zhengzhou), ısı adası dağılımındaki değişiklikleri 20 yıllık bir süre için analiz etmektir. Bu nokta özellikle, (1) Kentsel-kırsal değişikliklerle ortaya çıkan ısı adası kalıplarındaki farklılıkları ortaya çıkarmak, (2) Yalnızca ortalama değerlere veya mekan veya zamandaki tekil noktalardan gelen verilere güvenildiğinde Kentsel Isı Adası	Çalışmada kapsamında, • Zhengzhou ve Pekin'i kentsel, kent çevresi ve kırsal alanlara ayırmak için Şehir Kümeleme Algoritması ve Sınırlı Oluşturma Algoritması kullanılmıştır. • 2000'den 2023'e kadar MODIS verileri ve arazi örtüsü sınıflandırması için Globe Land Collection 30 (GLC30) kullanılmıştır. • Ayrıca, farklı gelişim aşamalarındaki KIA modellerini analiz etmek için istatistiksel yöntemler ve Fourier-uyumlu eğriler kullanılmıştır.	Çalışma bulguları, Pekin'de ısı dağılımının zamanla daha heterojen hale geldiğini, Zhengzhou'da ise ısı dağılımında dalgalanmalar yaşandığını göstermiştir. • Ayrıca mevsimsel ölçekte, Pekin'deki KIA mevsimlere göre nispeten tekdüze dağılırken, Zhengzhou mevsimlere göre büyük değişimler göstermiştir. • Pekin'deki kentsel ısı adası etkisinin kentsel genişleme döneminde arttığı sonucuna ulaşılmıştır. Ancak bu durum, ısı adası yoğunluğunun azalan ve sonra artan üç aşamalı bir eğilim gösterdiği Zhengzhou'da gözlenmemiştir. • KIA'nın ekolojik desene verdiği tepkinin iki şehir için farklı olduğu tespit edilmiştir.

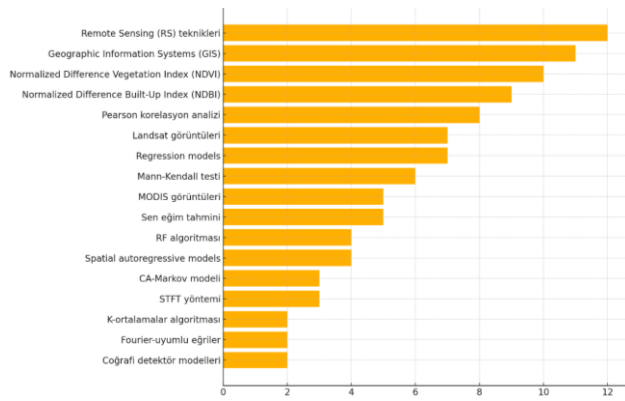
Kaynak/Amaç ve Hedefler	Metodoloji	Sonuçlar
Yoğunluğunun (KIAI) temsilindeki zayıflıkları ele almak için yöntemler önermek, (3) Geleneksel kentsel ısı adası etkisi hesaplamalarında göz ardı edilen, kentsel ve kırsal alanlar arasındaki tampon bölgelerin yeterince dikkate alınmaması sorununa yönelik geliştirilmiş bir çözüm önermek hedeflenmektedir.	<ul style="list-style-type: none"> Çalışmada ayrıca, iki şehirdeki kentsel genişleme oranlarının, Yüzeysel Kentsel Isı Adası Yoğunluğu (YKIA) üzerindeki etkisi değerlendirilmiştir. 	
(Fajary vd., 2024) Bu çalışma, Jakarta metropolitan alanı ile Bandung, Cimahi ve Sukabumi Belediyelerine odaklanarak, Java Adası'nın batı kesimindeki kentsel büyümeyi ve bunun YKIA'ler ve kentsel termal koşullar üzerindeki etkilerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, Endonezya'da sürdürülebilir kentsel planlama ve kalkınma için geçörüler sağlamak üzere, YKIAY değişime katkıda bulunan faktörleri ölçmek hedeflenmektedir.	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> YKIAY ve kentsel termal koşulları ölçmek için Uzaktan Algılama (RS) teknikleri kullanılmıştır. YKIAY değişikliklerini etkileyen farklı faktörlerin göreceli katkılarını incelemek için, bağımsız değişkenler olarak kentsel oran, su oranı, bitki örtüsü oranı ve antropojenik ısı akısına odaklanılarak regresyon analizi yapılmıştır. Arazi kullanımı ve arazi örtüsünü (LULC) ve kentsel büyümeyi analiz etmek için 2000, 2009 ve 2019 Landsat görüntüleri kullanılmıştır. 	Çalışmanın bulguları, Jakarta, Bandung ve Sukabumi'deki kentsel alanların son yirmi yılda önemli bir büyüme yaşadığını ve bunun da YKIAY'nin artmasına neden olduğunu ortaya koymuştur. <ul style="list-style-type: none"> Analiz kentsel oran (UR), su oranı (WR), bitki örtüsü oranı (VR) ve antropojenik ısı akısı (AH) gibi faktörlerin YKIAY'deki değişikliklere katkıda bulunduğunu ortaya koymuştur. Çalışmanın sonucunda Endonezya'nın Java Adası'nın batı kesimindeki kentleşmenin LULC'de önemli değişikliklere yol açarak KIA'ye katkıda bulunduğunu ve kentsel termal koşulları etkilediğini ortaya koymuştur. Araştırma, kentleşmenin yarattığı zorlukları ele ve yeşil altyapı ve kentsel tasarım müdahaleleri gibi stratejiler yoluyla KIA'lerin etkilerini azaltmak için sürdürülebilir kentsel planlama uygulamalarına duyulan ihtiyacı vurgulamıştır.
(Zhao vd., 2024) Bu çalışma, Harbin kentindeki KIA ağlarını oluşturmayı ve analiz etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca KIA ağlarının yapısal özelliklerini anlamayı ve sürdürülebilir kentsel gelişim için ciddi KIA etkileri olan alanlarda soğutma önlemlerine öncelik vermeyi hedeflemektedir.	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> KIA kaynaklarını belirlemek ve bunların önemini değerlendirmek için morfolojik mekânsal örüntü analizi kullanılmıştır. Çalışma alanındaki KIA kaynakları arasındaki termal bağlantı koridorlarını ve anahtar düğümleri belirlemek için devre teorisi ilkeleri uygulanmıştır. 	Çalışma bulgularında, Harbin şehrinde 36 KIA kaynak alanı, 71 ısı bağlantılı koridor ve 35 kilit düğüm tespit edilmiştir. <ul style="list-style-type: none"> KIA direnç değerlerinin mekânsal dağılımında belirgin bir kuzey-güney modeli ortaya çıkmış, kuzeyde daha yüksek değerler ve güneyde daha düşük değerler görülmüştür. Kilit düğümlerin çoğu çalışma alanının kuzey kesiminde yer almak olup, önemli KIA etkisine sahip alanlara işaret etmekte ve kentsel iklim uyum stratejileri için geçörüler sağlamaktadır.
(Rajeswari vd., 2024) (Rajeswari vd., 2024) Bu çalışmada, Kuantan bölgesindeki KIA sonuçlarını analiz etmek, azaltma ve uyum stratejileri geliştirmek ve azaltma stratejilerinin etkinliğini tahmin etmek için kentsel özellikler ile mikro iklim parametreleri arasındaki ilişkileri araştırmaktır. Çalışmanın hedefi, bölgedeki iklim değişikliği ve hızlı kentleşmenin olumsuz etkilerini azaltmak için Kuantan Ulusal Vizyonu 2030'un bir parçası olarak kentsel planlama ve arazi yönetimi karar verme süreçlerini bilgilendirmektir.	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> 2001 ve 2018 yıllarına ait iki farklı LULC veri setinin yanı sıra farklı karmaşıklıkla sahip üç farklı kentsel gölgelik modeli ile simülasyonlar kullanılmıştır. Bölgedeki önceki araştırmalara dayanarak çeşitli fizik seçenekleri seçilmiştir. Simülasyon sonuçlarının doğrulanması için kentsel bölge içindeki ve dışındaki istasyonlardan alınan yüzey meteorolojik gözlemleri kullanılmıştır. 	Çalışma, Doha'daki kentsel ve kentsel olmayan alanlar arasındaki sıcaklık dağılımında önemli farklılıklar olduğunu ortaya koymakta, özellikle kentsel bölgelerdeki daha yüksek gece sıcaklıklarını vurgulamaktadır. <ul style="list-style-type: none"> Simülasyonlar, artan ısı Endeksi değerlerini göstererek KIA etkisinin ciddiyetini ve insan sağlığı için oluşturduğu riskleri vurgulamaktadır. Genel olarak bu çalışma, Doha'daki KIA olgusuna ilişkin değerli bilgiler sunmakta ve kurak bölgelerde hızlı kentleşme ve iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini azaltmak ve kentsel planlama konusunda bilgi sağlamak amacıyla gelecekte yapılacak araştırmalara zemin hazırlamaktadır.
(Kasniza Jumari vd., 2023) Bu çalışmanın amacı, Orta Avrupa şehirlerindeki KIA sonuçlarını analiz etmek, azaltma ve uyum stratejileri geliştirmek ve azaltma stratejilerinin etkinliğini tahmin etmek için kentsel özellikler ile mikro iklim parametreleri arasındaki ilişkileri araştırmaktır.	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> KIA etkisine odaklanarak Kuala Lumpur'daki kentsel iklim özelliklerini analiz etmek için CBS analitik teknikleri, QGIS ve ArcGIS ile modelleme ve sayısal modeller kullanılmıştır. Ayrıca, mezo düzeyde KIA'yi tanımlayan özellikleri belirlemek ve ısı adası etkisinin azaltılmasına yönelik KIA değerlendirme matrisini oluşturmak için karar ağaçları, RF ve regresyon teknikleri kullanılmıştır. 	Çalışma, kentsel mikro iklim modellemesinin yüksek karmaşıklığının model güvenilirliğini azalttığını ve sofistike simülasyon sistemlerinin bile yetersiz girdi verileriyle hatalı sonuçlar üretebileceğini ortaya koymuştur. <ul style="list-style-type: none"> Kentsel özellikler ve mikroklimatik parametreler arasında önemli ilişkiler tespit edilmiş ve KIA için azaltıcı stratejilerin etkinliğine dair ön tahminler sağlanmıştır. Araştırma ayrıca Kuala Lumpur'daki kentsel ve kırsal alanlar arasındaki sıcaklık farklılıklarını vurgulayarak iklim değişikliğiyle mücadele için KIA etkilerinin ele alınmasının önemini ortaya koymuştur.
(Liu vd., 2024) Bu çalışmanın üç amacı bulunmaktadır. Birincisi, 2000-2020 yılları arasında Şanghay'daki KIA aralıklarının mekânsal-zamansal modellerini ve evrim eğilimlerini araştırmaktır. İkincisi, nüfusun ısıya maruz kalma risk modellerinin evrim özelliklerini ince bir ölçekte ölçmek için bir nüfus ısıya maruz kalma göreceli risk değerlendirme yöntemi geliştirmek. Üçüncüsü, kentsel mekânsal çevre yönetimi stratejileri için bilimsel destek ve karar verme rehberliği sağlamaktır.	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> Eşikleri hesaplamak ve KIA aralıklarını belirlemek için Sıcaklık Zayıflama Mutasyonu yöntemi kullanılmıştır. Ek olarak, Kırlıma Noktası Regresyon Modeli tanımlanmıştır. Araştırmada ayrıca, KIA aralıklarındaki ve nüfusun ısıya maruz kalma riski modellerindeki uzamsal-zamansal değişiklikleri analiz etmek için uzamsal istatistikler ve otokorelasyon endeksleri kullanılmıştır. 	Çalışma bulgularına göre, KIA ve YKIAY Şanghay'da 2000'den 2020'ye kadar artış göstermiştir. <ul style="list-style-type: none"> Araştırma bulguları, Şanghay'ın merkez bölgesinde KIA etkisinin en yoğun olduğunu, özellikle yaz aylarında bu etkinin daha da belirginleştiğini göstermektedir. Şanghay'da KIA etkisi altındaki bölgelerde sıcaklıklar çevre kırsal alanlara göre ortalama 1,5-2,5°C daha yüksektir. Yıllık ortalama sıcaklık artışının %70'inin kentsel genişleme ve yapılaşma nedeniyle olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca, yaşlılar ve düşük gelirli gruplar gibi hassas nüfus gruplarının KIA etkilerine karşı daha savunmasız olduğu belirlenmiştir.
(Mo vd., 2024) Bu çalışma, farklı kentsel bölgelerin arazi yüzey sıcaklığı (LST) üzerindeki etkilerini araştırmayı, farklı kentsel işlevsel bölgelerdeki kentsel bina morfolojisi ve yüzey sıcaklığı arasındaki ilişkiyi ve farkı analiz etmeyi ve Guiyang, Çin'deki binaların mekânsal formlarını optimize etmek için stratejiler önermeyi amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> Farklı kentsel işlevsel bölgelerdeki LST değişimlerini analiz etmek için Tek Yönlü Varyans Analizi kullanılmış, kentsel bina morfolojisi ölçümleri ile LST arasındaki ilişkiyi tespit etmek için Pearson korelasyon analizi yapılmıştır. Bu ölçümlerin farklı kentsel işlevsel bölgelerdeki LST üzerindeki ilişkisini ve göreceli etkisini değerlendirmek için Güçlendirilmiş Regresyon Ağacı modeli kullanılmıştır. 	Çalışma, <ul style="list-style-type: none"> Arazi kullanımı türlerine göre Guiyang'daki kentsel işlevsel bölgeleri tanımlamış, kentsel termal çevre yoğunluğunun mekânsal dağılımını analiz etmiş ve bina yoğunluğunun LST üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Çalışma ayrıca, farklı kentsel işlevsel bölgelerdeki kentsel bina morfolojisi ölçümleri ile LST arasındaki korelasyonları ortaya koymuş ve kentsel alanlardaki ısı etkilerini azaltmak için bina mekânsal formlarının optimize edilmesine yönelik geçörüler sağlamıştır.
(Zhang vd., 2024) Bu çalışmada, Yangling'deki LCZ'lerin haritalandırılması ve kentsel kanopi parametreleri (UCP'ler) ile KIAY arasındaki ilişkinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır.	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> Landsat 8 verileri kullanılarak LST için Radyasyon Transfer Denklemi yöntemi kullanılmıştır. CBS teknikleri, bina yüksekliği, taban alanı oranı ve gökyüzü görüş faktörü gibi UCP'lere dayalı olarak LCZ'leri haritalamak için kullanılmıştır. Farklı LCZ tiplerinde UCP'ler ve KIAY arasındaki korelasyonları araştırmak için IBM SPSS yazılımı kullanılarak kutu grafikleri ve aşamalı çoklu doğruluk regresyon dahil olmak üzere istatistiksel analizler yapılmıştır. 	Çalışma, küçük Yangling kentindeki yapılaşmış Yerel İklim Bölgesi tiplerinin, doğal LCZ tiplerine kıyasla daha yüksek KIAY'ye sahip olduğunu ortaya koymuştur. <ul style="list-style-type: none"> Yapılaşmış LCZ'ler arasında, kompakt LCZ'ler açık LCZ'lere göre daha yüksek KIAY ve LST sergilemiştir. Bina yüksekliği, taban alanı oranı ve gökyüzü görüş faktörü gibi faktörler KIAY ile pozitif korelasyon gösterirken, NDVI ve su oranı gibi faktörler negatif korelasyon göstermiştir. Sonuçlar, KIA etkisini azaltmak ve kentsel termal ortamları iyileştirmek için kentsel planlamada kentsel form parametrelerinin dikkate alınmasının önemini ortaya koymaktadır.
(Liu vd., 2024) Çalışma, Çin'in Chengdu ve Chongqing şehirlerindeki LULC modellerinin ve KIA etkilerinin analizine odaklanmaktadır.	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> LULC yorumlama ve sınıflandırma için RF algoritması kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca, itici faktörler ile LST arasındaki ilişkiyi analiz etmek için Sıradan En Küçük Kareler ve makine öğrenimi modelleri kurulmuş ve model doğruluk karşılaştırmalarına dayalı olarak 2030 yılına kadar LST ve KIA simülasyonu yapılmıştır. 	Çalışma, Chengdu'nun kentsel gelişiminin merkezini oluşturan yoğun ve sürekli yapılaşmış alanında yüksek KIA yoğunluğunu koruduğunu, Chongqing'in ise çevresel kümelere çok yüksek KIA yoğunluğu sergilediğini ortaya koymuştur. Her iki şehir de KIA yoğunluğu zaman içinde artmıştır. RF modeli, KIA'yi etkileyen temel faktörleri belirlemiş ve özellikle yapılaşmış alanların oranı üzere Arazinin Kullanım ve Kaplama Değişimi (AKAKDO) bileşim faktörlerinin KIA etkilerine hâkim olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, LULC yapılandırma faktörleri de özellikle Chengdu'da düz arazilerde KIA'yi önemli ölçüde etkilemiştir. Çalışma, açık alanların azalabileceğini ve bunun da gelecekte daha belirgin KIA etkilerine yol açabileceğini öne sürmektedir.
(Yin vd., 2023) Çalışma, CBS ve RS teknolojilerini kullanarak New York ve New Jersey'deki KIA analiz etmeyi ve zaman içindeki değişim modellerine ve mekânsal dağılım özelliklerine odaklanmayı amaçlamaktadır. Ayrıca,	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> Veri çıkarma, görüntü işleme ve meteoroloji istasyonu verilerinin doğruluğunu artırma gibi veri ön işleme teknikleri yöntem olarak kullanılmıştır. 2001-2020 yılları arasındaki iklim, meteoroloji, DEM ve arazi kullanımı verilerini kullanarak insanların fiziksel konfor 	Çalışmada, New York şehrinde önemli KIA etkileri tespit edilmiş ve yüzey sıcaklıklarının 20 yıllık dönem boyunca, özellikle temmuz ayında artış eğilimi gösterdiği ortaya koymuştur. <ul style="list-style-type: none"> Analiz, kentleşmenin insanları termal konfor seviyeleri üzerindeki etkisini ortaya koymuş ve KIA etkisini azaltmak ve çevresel konforu artırmak için yeşil alanlara ve bina tasarımı iyileştirmelerine duyulan ihtiyacı vurgulamıştır.

Kaynak/Amaç ve Hedefler	Metodoloji	Sonuçlar
kentleşmenin termal konfor üzerindeki etkisini keşfetmeyi ve bina tasarımı değişiklikleri yoluyla çevresel konforu iyileştirmek için yöntemler önermeyi hedeflemektedir.	seviyelerini ve KIA olaylarını analiz etmek için CBS ve RS teknolojileri kullanılmıştır.	
(Wenqian vd., 2023) Bu çalışma, kentsel ve kırsal istasyonlar arasındaki sıcaklık farklarını karşılaştırarak Xiamen'deki KIAY'ı analiz etmeyi, kentleşmenin sıcaklık verileri üzerindeki etkisini değerlendirmeyi ve yüksek KIA etkilerini azaltmak ve kentsel yüksek sıcaklıklar ve ısı dalgaları gibi meteorolojik felaketleri izlemek için kentsel gelişim planlaması için içgörüler sağlamayı amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, Otomatik gözlemler için RHtestsV4 yazılımı ve kırsal ve kentsel istasyonları seçmek için Landsat 8 RS görüntülerine dayalı 2020 LULC veri seti kullanılmıştır. Saatlik sıcaklık verilerine kalite kontrol yöntemleri uygulanmış, kentsel ve kırsal istasyonların belirlenmesinde ise şehirleşme seviyelerini yansıtan LULC verileri esas alınmıştır.	Çalışma, Xiamen'de önemli KIAY seviyeleri olduğunu ortaya koymuştur. Güney kentsel alanlarda ise daha yüksek KIAY seviyeleri tespit edilmiştir. Gündüz KIAY'nin gece KIAY'den daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Anakara kentsel alanlarındaki günlük değişimin, Xiamen Adası'ndakinden daha büyük olduğu vurgulanmıştır. Kıyı bölgeleri ile deniz melteminin etkisiyle günlük varyasyonlar gözlemlenmiştir. Uzun vadeli hava sıcaklığı verilerinde, kentsel alanların etkisiyle önemli bir sistematik yanlılık tespit edilmiştir.
(Xu vd., 2024) Bu çalışma, Çin'in Xi'an kentinde kentsel mekânsal faktörlerin YKIAI üzerindeki etkisini araştırmaya odaklanmıştır. Bu çalışmada, KIA etkisine katkıda bulunan temel faktörlerin belirlenmesi, çeşitli faktörlerin YKIAI'nin mekânsal modelleri üzerindeki etkisinin analiz edilmesi amaçlanmıştır.	Bu çalışma kapsamında, Kentsel mekânsal unsur göstergelerinin YKIAI üzerindeki etkisini ölçmek için çoklu doğrusal regresyon, RF modelleri ve çok ölçekli coğrafi ağırlıklı regresyon modelleri kullanılmıştır. Veri ön işleme, Pearson korelasyon katsayılarına dayalı olarak gereksiz değişkenlerin elenmesini içermiş ve mekânsal otokorelasyon Moran's I indeksi kullanılarak test edilmiştir.	Çalışma, Çin'in Xi'an kentindeki KIA etkisine katkıda bulunan temel faktörleri belirlemiş ve çeşitli modeller kullanarak bunların mekânsal modellerini ve heterojenliğini analiz etmiştir. Araştırma, YKIAI'yi etkilemede kentsel mekânsal faktörlerin önemli vurgulanmış ve KIA'nin hassas kontrolü yoluyla kentsel termal ortamı iyileştirmesi için içgörüler sağlamıştır. Bulgular, kentsel morfolojinin kentsel termal çevre üzerindeki etki mekanizmalarının hem şehir genelinde hem de blok düzeyinde daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunmuştur.
(Xu vd., 2024) Bu çalışma, 2001'den 2020'ye kadar Pekin-Tianjin-Hebei içindeki farklı büyüklükteki üç şehirde Mekânsal Kentsel Isı Adası Ayak İzi'ni (YKIA FP) değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda çalışma özellikle morfolojik özellikleri, mekânsal-zamansal eğilimleri ve kentselme faktörleri ile YKIA FP arasındaki ilişkileri araştırmayı amaçlamaktadır. Araştırma, farklı büyüklükteki şehirlerde YKIA FP'nin gelişimini analiz ederek YKIA etkisinin azaltılması için etkili destek sağlamayı amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, 2001-2020 yılları arasında üç şehirde (Pekin, Shijiazhuang ve Cangzhou) YKIA FP değerlendirmek için lojistik bir model kullanılmıştır. Farklı büyüklükteki şehirlerin YKIA FP'sinin mekânsal-zamansal gelişimini anlamak için MODIS ve kentselme faktörleri veri setlerinden elde edilen verilerden yararlanılmıştır.	Çalışma bulguları ile YKIA FP alanının şehir büyüklüğü ile arttığı ve şehir büyüklüğü ile YKIA etkisinin kapsamı arasında pozitif bir korelasyon olduğu saptanmıştır. Farklı büyüklükteki şehirlerin YKIA FP'lerinde, öncelikle inşaat alanı ve nüfustaki değişikliklerden etkilenen önemli farklılıklar gözlemlenmiştir. Araştırmada, KIA etkisini daha iyi anlamak ve azaltmak için YKIA FP ile ilgili gelecekteki çalışmalarda kentsel morfolojinin kritik bir faktör olarak dikkate alınmasının önemini vurgulanmıştır.
(Yuan vd., 2023) Çalışma, farklı su kütlelerinin KIA üzerindeki etkisini ve mevsimsel farklılıklarını keşfetmeyi amaçlamaktadır. Aynı zamanda çalışmada Arazi Kullanımı Katkı Endeksi (LCI) kullanılarak arazi türleri ve KIA arasındaki ilişki ölçülmekte ve arazi örtüsü değişikliklerinin KIA yoğunluğu üzerindeki etkisi araştırılmaktadır.	Bu çalışma kapsamında, Arazi tiplerini sınıflandırmak ve LST verilerini elde etmek için RS teknolojisi ve RF algoritması yöntemleri kullanılmıştır. Landsat termal kızılötesi verilerinden yüzey sıcaklıklarını ters çevirmek için Mono-Window algoritması kullanılmıştır. Ayrıca, RS haritalarını işlemek, ısı adası yoğunluğunu derecelendirmek ve arazi transfer haritalarını üst üste bindirerek ısı adası yoğunluğu değişim haritaları oluşturmak için ArcGIS kullanılmıştır.	Çalışma, KIA etkisinde mevsimsel farklılıklar olduğunu ve farklı arazi türlerinin bu olguya katkıda bulunduğunu ortaya koymuştur. LCI kullanılarak yapılan analiz, arazi örtüsü değişikliklerinin KIA'yi nasıl etkilediğine dair içgörü sağlamıştır. Araştırma, ısı adalarının yoğunluğunu azaltmak için kentsel planlamada su kütlelerinin ve arazi dönüşümlerinin dikkate alınmasının önemli vurgulanmıştır.
(Liu vd., 2024) (Liu vd., 2024) Çalışma, farklı zaman dilimlerinde ve farklı UGS eğimleri altında yüzey sıcaklığının mekânsal dağılım modelini karşılaştırmayı, yoğun ve sürekli yapılaşmış alanlarda açıklayıcı değişkenlerin korelasyonunu keşfetmeyi ve UGS planlama stratejileri sağlamak için etkili göstergelerin katkı oranını belirlemeyi amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, Kentsel yoğun ve sürekli yapılaşmış alanları belirlemek için İlgili Noktası (POI) ve çekirdek yoğunluğu yöntemi kullanılmış, ortalama LST değerleri ve peyzaj göstergeleri grid bazında analiz edilmiştir. Boosted Regression Tree modellemesi, UGS göstergelerinin göreceli katkılarını ve marjinal etkilerini değerlendirmek için kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca UGS ölçümleri ile kentsel alandaki mevsimsel LST arasındaki ilişkiyi araştırmak için korelasyon ve regresyon analizleri yapılmıştır.	Çalışma, yoğun ve sürekli yapılaşmış alanlarda UGS ölçümleri ile mevsimsel LST arasında önemli korelasyonlar bulunmuştur. Farklı peyzaj faktörleri, farklı UGS eğimlerinde LST üzerinde farklı etkilere sahip olduğu, Aggregation index (AI) ve Number of patches (NP) gibi faktörlerin sıcak mevsimlerde LST'nin önemli yorumlayıcıları olduğu vurgulanmıştır. Çalışma, UGS'nin LST'yi azaltmadaki önemini vurgulamış ve kentsel termal ortamı hafifletmek için UGS'nin mekânsal konfigürasyonunun optimize edilmesini önermiştir.
(Wu vd., 2024) Bu çalışma, 2000-2020 yılları arasında Çin'deki kentsel ve kentsel olmayan alanlarda bitki örtüsü kapsamındaki değişikliklerin yüzey sıcaklıkları ve KIA etkisi üzerindeki etkisini değerlendirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca ağaçlandırma girişimleriyle artan bitki örtüsü kapsamının KIA eğilimlerini mekânsal-zamansal bir perspektiften nasıl etkileyebileceğini anlamayı hedeflemektedir.	Bu çalışma kapsamında, Kentsel-kırsal eğimler boyunca sıcaklık değişim verimliliğinin mekânsal modellerini analiz etmek için 500 karar ağacı içeren RF modelleri kullanılmıştır. Belirleme katsayısı model performansını değerlendirmek için kullanılırken, ortalama karesel hatadaki artış her bir itici faktörün önemini ölçmek için kullanılmıştır.	Çalışma, şehirlerde artan bitki örtüsünün ortalama 0,58 °C'lik bir soğutma faydasına yol açtığını bulmuştur. Bu soğutma etkisi kuzey şehirlerinde, özellikle de sıcaklıktaki düşüşlerin 0,9 °C'yi aştığı Loess Platosu'nda daha belirgindir. Araştırmada ayrıca, kentsel ve kırsal alanlarda bitki örtüsündeki değişikliklerin hem soğutma hem de ısıtma etkilerinde atfedilen KIA etkilerinde, ülke çapında ortalama bir artış tespit edilmiştir.
(Liu vd., 2023) Çalışma, Çin şehirlerindeki YKIAI eğilimlerini araştırmayı, banliyö yeşillendirmesinin YKIAI üzerindeki etkisini değerlendirmeyi ve banliyöleşmenin YKIAI'yi nasıl değiştirdiğini incelemeyi amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, YKIAI hesaplaması için SNPP-VIIRS verilerine dayalı banliyö alanlarını çıkarmak üzere K-ortalama algoritması kullanılmıştır. Banliyö yeşillendirmesi ve banliyöleşmenin YKIAI üzerindeki etkilerini farklı zaman ölçeklerinde analiz etmek için Spearman sıra korelasyon katsayıları kullanılmıştır. Ayrıca, çalışma dönemi boyunca iklim ve çevresel değişkenlerde eğilim tespiti için Mann-Kendall testi ve Sen'in eğimi uygulanmıştır.	Çalışma, analiz edilen 201 şehirde yıllık dönem boyunca banliyö yeşillendirmesi nedeniyle gündüz YKIAI'sinde önemli bir artış olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca banliyöleşme düzeyinin, yıl boyunca özellikle gündüz ve gece saatlerinde YKIAI'deki düşüşü etkilediği vurgulanmıştır. Araştırma, YKIAI eğilimlerini etkili bir şekilde anlamak ve ele almak için banliyö bölgelerindeki doğal ve sosyoekonomik faktörleri dikkate almanın önemini vurgulanmıştır.
(Siswanto vd., 2023) Bu çalışma, Jakarta Metropolitan bölgesindeki KIA olgusuna odaklanmakta, özellikle RS uydu verilerine ve yüzey meteorolojik gözlemlerine dayalı olarak KIA'nin mekânsal-zamansal gelişimini incelemektedir.	Bu çalışma kapsamında, Çalışma alanındaki arazi kullanımı ve arazi örtüsünü belirlemek için Landsat 8 OLI/TIRS verileri kullanılmıştır. Sınıflandırma referansı için örnekleme ve eğitim verileri kullanılmıştır. Analiz için dört arazi kullanım sınıflandırması tanımlanmıştır.	Çalışma, mevsimsel özellikleri belirleyerek mekânsal-zamansal KIA profiline odaklanmıştır. Büyük Cakarta'daki KIA'nin özelliklerini analiz ederek, şehir alanı içindeki LST ve hava sıcaklığındaki farklılıklar vurgulanmıştır. Araştırma ayrıca kentsel genişlemenin KIA üzerindeki etkisini araştırmış ve Cakarta bölgesinde gözle görülür bir KIA sinyali olduğunu göstermiştir.
(Badugu vd., 2023) Bu çalışma, 20 yıllık bir dönem boyunca LST mekânsal ve zamansal değişimlerini inceleyerek Tiruchirappalli kentindeki KIA etkilerini analiz etmeyi amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, Çalışma alanını tanımlamak ve MOD11A2 ürününü kullanarak LST verilerini çıkarmak için Aqua ve Terra kombine MODIS Arazi Örtüsü Tipi ürünü kullanılmıştır. Verileri standartlaştırmak için MOD11A2 ön işleme tabii tutulmuştur. KIA etkilerinin analizi, farklı yönlere sıcaklık gradyanlarını değerlendirmek için transekt tekniklerini yanı sıra KIA yoğunluğu ve KIAindex gibi parametrelerin kullanılması içermiştir. Ayrıca, çalışma alanı genelinde sıcak noktaların oluşum modellerini ve sıcaklık gradyanlarını analiz etmek için mekânsal otokorelasyon analizi ve çizim transektleri kullanılmıştır.	Çalışma, Tiruchirappalli şehrinde önemli KIA etkilerini ortaya çıkarmış, yüksek yapılaşmış alanlarda yapılaşmamış alanlara kıyasla daha yüksek LST gözlemlenmiştir. LST değişimlerinin 20 yıllık bir dönem boyunca analizi, özellikle yaz mevsimlerinde kentsel bölgelerde daha yüksek sıcaklıkların tutarlı bir modelini göstermiştir. Çalışma alanı içinde sıcak ve soğuk noktalar tespit edilmiş ve bu da KIA etkilerindeki mekânsal farklılıkları göstermiştir. Çalışma aynı zamanda LST'de yükselen bir eğilimin altını çizerek bölgedeki kentsel planlama ve su kaynakları yönetimi için potansiyel sonuçlar ortaya koymuştur.
(Liou vd., 2024) Bu çalışma, on bir Tayvan şehrinde YKIAI'nin günlük, mevsimsel ve mekânsal örüntülerini	Bu çalışma kapsamında, Kentsel ve kırsal bölgeler arasındaki LST farkını hesaplamak üzere MODIS LST verileri kullanılmıştır.	Çalışma, gün içindeki mekânsal YKIAI değişkenliklerinin mevsimden bağımsız olarak araştırmada ele alınan değişkenler tarafından açıklanabildiğini ortaya koymuştur.

Kaynak/Amaç ve Hedefler	Metodoloji	Sonuçlar
karakterize etmeyi ve olası etkili faktörlerini belirlemeyi amaçlamaktadır.	<ul style="list-style-type: none"> YKIAI yoğunluğunun mekansal örtüntüleri için ilişkili belirleyicileri incelemek üzere aşamalı çoklu regresyon ve Pearson korelasyon yöntemleri uygulanmıştır. Çalışmada ayrıca, antropojenik zorlamanın etkisini analiz etmek ve YKIAI'nin hesaplanması üzerindeki yükseklik etkisini ortadan kaldırmak için uzaktan algılanan sabit gece ışıkları verileri ve DEM kullanılmıştır. 	<ul style="list-style-type: none"> En büyük gündüz toplam açıklama oranı yaz mevsiminde gerçekleşmiş, bunu kış, ilkbahar ve sonbahar izlemiştir. NDLI ve yapılaşma indeksindeki kentsel-kırsal zıtlık gibi faktörler, YKIAI'nin farklı mevsimlerde ve günün farklı saatlerinde mekansal değişiminin önemli bir kısmını açıklamıştır.
(de Souza Campos Correa vd., 2024) Bu çalışma, yaklaşık üç yıl boyunca Vitória Metropolitan Bölgesi'ndeki (Vitória MRV), atmosferik ve yüzeyel ısı adalarının zamansal ve mekansal modellerini araştırmayı amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, iki ana yöntem kullanılmıştır: <ul style="list-style-type: none"> KIA Analizi: Meteoroloji istasyonlarından alınan hava sıcaklığı verileri kullanılarak Oke (1995) tarafından önerilen yönteme dayanmaktadır. YKIA Analizi: YKIA yoğunluğunu tahmin etmek için Flores, Pereira Filho ve Karam (2016) tarafından RS verileri ve kantil yöntemi kullanılarak önerilen yaklaşım izlenmiştir. 	<ul style="list-style-type: none"> Çalışma, Vitória MRV'deki YKIA yoğunluğunun yaklaşık +3,6 °C olduğunu ve sıcak noktaların alan boyunca dağıldığını ortaya koymuştur. Kentsel alanların daha yüksek sıcaklıklara sergilerken, bitki örtüsüne sahip alanların daha düşük sıcaklıklara sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışma, sürdürülebilir kentsel planlama ve çevre yönetimi stratejileri aracılığıyla MRV'nin hem merkezi hem de çevre bölgelerindeki daha sıcak alanların ele alınmasının önemini vurgulamıştır.
(Modi vd., 2024) Bu çalışma, 2003-2018 yılları arasındaki KIA ve NDVI değerlerini değerlendirerek Hindistan'ın Gujarat eyaletindeki Gandhinagar şehrinde kentsel dinamiklerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca, belirli bir dönemde kentsel, iklim değişikliği ve KIA etkisi arasındaki ilişkiyi keşfetmeyi hedeflemektedir.	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> Analiz için MODIS'in 8 günlük ortalama LST ve 16 günlük ortalama NDVI verileri kullanılmıştır. Veriler NASA'nın Giovanni platformundan indirilmiştir. Zaman serisi verileri Origin yazılımı kullanılarak analiz edilmiş ve Karl Pearson'ın korelasyon katsayısı R'deki metan paketi kullanılarak hesaplanmıştır. Çalışmada ayrıca sonuçların mekansal gösterimi ve haritalanması için ArcGIS yazılımı kullanılmıştır. 	<ul style="list-style-type: none"> Çalışma, NDVI ile LST arasında güçlü bir negatif korelasyon olduğunu ortaya koymuş, bu da bitki örtüsü bolluğu ile arazi yüzey sıcaklığı arasındaki ilişkiyi göstermiştir. LST ile yağış arasında orta düzeyde negatif bir korelasyon bulunurken, NDVI ile yağış arasında orta düzeyde pozitif bir korelasyon gözlemlenmiştir. Sonuçlar, kentsel gelişimin Gandhinagar Şehrindeki KIA etkisi üzerindeki etkisini vurgulamıştır.
(Zhao vd., 2016) Bu çalışma, Şanghay'daki mekansal-zamansal kentsel genişleme sürecini araştırmayı, KIA mekansal-zamansal modelini analiz etmeyi ve kentsel genişleme sürecinin Şanghay'daki KIA etkisi üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> Kentsel arazi alanını çıkarmak ve LST elde etmek için Landsat TM/ETM+/TRIS görüntüleri kullanılmıştır. Arazi kullanım verilerini altı sınıfa ayırmak için bir sınıflandırma sistemi kullanılmış ve doğruluk değerlendirilmesi için saha araştırmaları yapılmıştır. Çalışma ayrıca kentsel genişleme oranlarını, yoğunluklarını ve sıklık oranlarını hesaplamış ve kentsel genişleme sürecini çeşitli yöntemler kullanarak analiz etmiştir. 	<ul style="list-style-type: none"> Çalışmadan, elde edilen LST verisi, meteoroloji istasyonlarında gözlemlenen sıcaklıklarla karşılaştırılarak doğrulanmış ve yüksek bir korelasyon ile tutarlılık göstermiştir. Şanghay'da 1984'ten itibaren yaşanan kentsel genişlemenin KIA etkisini daha da kötüleştirdiği tespit edilmiştir. Çalışma ayrıca kentsel genişlemenin KIA etkisi üzerindeki etkisini ortaya koyarak kentsel genişleme ve bunun kentsel ısı ortamı üzerindeki etkisini anlamının önemini vurgulamıştır.
(Yuan vd., 2024) Bu çalışma, 2003-2020 yılları arasında Pekin'deki YKIA ve CLHI'nin zamansal özelliklerini analiz etmeyi, bu ısı adalarındaki zaman içindeki değişiklikleri karşılaştırmayı ve kentsel ısı adalarının ve kentsel gelişimin olumsuz etkilerini azaltmak için inşaat stratejileri için rehberlik sağlamayı amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> 2003-2020 yılları arasındaki MODIS yüzey sıcaklığı görüntüleri, NDVI verileri ve arazi kullanım verileri kullanılmıştır. KIA yoğunluğunu ve mekansal aralığını analiz etmek için bir Gauss modeli kurulmuştur. Araştırma, ısı adası yüzeylerini Gauss yüzeylerine yaklaştırmak için en küçük kareler yöntemini kullanarak kentsel ve banliyö alanlarına odaklanmıştır. 	<ul style="list-style-type: none"> Çalışma, Pekin'deki YKIA ve CLHI yoğunluğunun mevsimsel değişimler gösterdiğini, soğuk mevsimde gece saatlerinde daha güçlü ve sıcak mevsimde gündüz saatlerinde daha zayıf yoğunluklar olduğunu ortaya koymuştur. YKIA ve CLHI'nin yıllık ortalama ayak izi elips alanı ve yönü 2003'ten 2020'ye kadar doğuya doğru genişlemiştir. Araştırma, sürdürülebilir şehir planlaması için KIA etkilerinin mekansal dağılımı ve gelişme eğilimlerini anlamının önemini vurgulamıştır.
(Benaomar ve Outzourhit, 2024) Bu çalışma, Kentsel özelliklerin KIA modelleri üzerindeki etkisini keşfetmeyi, KIA'yi incelemek için kullanılan araştırma yöntemlerini tanımlamayı ve Fas şehirlerindeki KIA araştırmalarının mevcut durumunu incelemeyi amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> KIA ve KIA'nin kentsel ortamlar üzerindeki etkilerini araştırmak için regresyon analizi, coğrafi ağırlıklı regresyon, saha ölçümleri, sensör ağları, RS, modelleme (enerji dengesi modelleri dahil) ve mobil ölçümler gibi araştırma yöntemleri kullanılmıştır. 	<p>Çalışma sonuçları, kentsel ve iklim değişikliğinin KIA yoğunluğu ve mekansal dağılımı üzerindeki önemini ortaya çıkarmıştır.</p> <ul style="list-style-type: none"> Araştırma bulguları RS, saha ölçümleri ve modelleme teknikleri gibi araştırma yöntemlerinin bir arada kullanılmasının önemini vurgulamakta ve KIA dinamiklerini anlamak için makine öğrenimi algoritmaları ve RS veri analizi gibi gelişmiş analitik yöntemlerin kullanılmasını önermektedir. Çalışma ayrıca, Fas'taki KIA araştırmalarını ilerletmek için sürekli veri toplama, uzun vadeli izleme ve stratejik ortaklıklara duyulan ihtiyacı vurgulayarak, KIA modellerine ve kentsel özelliklerin bunların yoğunluğu üzerindeki etkisine ilişkin mevcut literatürdeki boşluklara işaret etmektedir.
(Xu vd., 2024) Çalışmanın temel amacı, Çin'de kentsel mekansal genişlemeden kaynaklanan KIA etkisine maruz kalan nüfus riskini nicel olarak değerlendirmektir. Ayrıca çalışma, kentsel mekansal genişlemenin mekansal-zamansal dinamiklerini analiz etmeyi, KIA'nin büyüklüğünü değerlendirmeyi, farklı kentsel mekansal genişleme türleri altında nüfusun maruz kalma riskini hesaplamayı amaçlamıştır.	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> Kentsel mekansal genişleme dinamiklerini nicel olarak analiz etmek ve KIA etkisinin nüfus maruziyeti riskini değerlendirmek için Çin'deki 369 vilayet düzeyindeki idari şehirden oluşan bir veri seti kullanılmıştır. Araştırma, KIA büyüklüğünün sistematik olarak değerlendirilmesini, çeşitli kentsel mekansal genişleme türleri altında nüfusun maruz kalma riskinin hesaplanmasını, nüfusun maruz kalma riskinin mekansal-zamansal sürecini ve KIA etkilerine katkısını analiz etmek için nüfus ağırlıklı KIAI indeksinin önerilmesini içermektedir. 	<p>Çalışma, Çin'deki KIA alanının 2005'ten 2020'ye kadar önemli ölçüde genişlediğini ortaya koymuştur.</p> <ul style="list-style-type: none"> KIA alanındaki artış, nüfus maruziyet riski endeksinde bir düşüşe yol açmıştır. Farklı kentsel mekansal genişleme türleri, nüfusun KIA'ye maruz kalma riski üzerinde farklı etkilere sahip olup, en yüksek etkiyi sıçramalı genişleme göstermiştir. Çalışma, yüksek sıcaklıklarla ilişkili sağlık risklerini azaltmak için kentsel gelişim planlamasında KIA etkilerinin ve nüfus yoğunluğunun dikkate alınmasının önemini vurgulamıştır.
(Wang vd., 2024) Bu çalışma, Yan'an Şehrindeki bitki örtüsü değişikliklerinin KIA yoğunluğu üzerindeki etkisini analiz ederek, KIA etkilerinin azaltılmasını araştırmayı amaçlamaktadır. Ayrıca, az gelişmiş bölgelerde soğutma ve kentsel planlama için etkili bitki örtüsü stratejileri hakkında bilgi sağlamak için 2017'den 2022'ye kadar MODIS verilerini kullanarak NDVI ve LST arasındaki korelasyonu araştırmak hedeflenmiştir.	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> Bitki örtüsü değişikliklerini, KIA alanlarını ve NDVI ile LST arasındaki korelasyonları analiz etmek için 2017'den 2022'ye kadar MODIS verileri kullanılmıştır. ArcGIS araçları kullanılarak korelasyon analizi yapılmıştır. Çalışma ayrıca KIA alanlarının çıkarılmasını, KIA yoğunluğunun hesaplanmasını ve Yan'an Şehrindeki yüksek sıcaklık bölgelerini belirlemek için arazi yüzeyi termal alan seviyelerinin tespit edilmesini içermektedir. 	<p>Çalışma bulguları, bitki örtüsünün Yan'an Şehrindeki KIA üzerindeki mekansal ve zamansal etkilerini ortaya koymuştur.</p> <ul style="list-style-type: none"> Etkili bitki örtüsü azaltma türlerini tanımlamış ve KIA'leri azaltabilecek orman çeşitlerini belirlemiştir. Sonuçlar, şehirdeki orman yerleşimi ve ekolojik koruma stratejileri hakkında karar vermek için bir temel oluşturmaktadır.
(Khan ve Shahid, 2024) Bu çalışma, MODIS verilerini kullanarak 2001'den 2022'ye kadar Pakistan'ın büyük nüfuslu şehirlerindeki KIA etkisini ve LST değişikliklerini araştırmayı amaçlamaktadır. Artan sıcaklıklara ve kötüleşen hava kalitesine katkıda bulunan faktörleri anlamak için bu şehirlerdeki kentsel, nüfus artışı ve çevresel koşullar arasındaki ilişki analiz edilmiştir.	Bu çalışma kapsamında, beş ana adım kullanılmıştır: <ul style="list-style-type: none"> Veri hazırlama MODIS Aqua LST verilerinin çıkarılmasını içermiştir. Mekansal ve zamansal analiz 2001'den 2022'ye kadar LST eğilimlerini değerlendirmiştir. Eğilim analizi Mann-Kendall testi kullanılmıştır. Değişim analizi zaman içindeki LST farklılıklarını karşılaştırmıştır. Kentsel genişleme analizi yapılmış arazilere odaklanmıştır. 	<p>Çalışma, KIA etkisinin Pakistan'ın büyük nüfuslu şehirlerinde öne çıktığını ve şehir merkezlerindeki gece ve gündüz LST değerlerinde çevre bölgelere kıyasla önemli artışlar olduğunu ortaya koymuştur.</p> <ul style="list-style-type: none"> Kentsel genişleme nüfus artışı geride bırakarak kentsel sıcaklıklarda önemli bir artışa yol açmıştır. Araştırma, bu şehirlerdeki KIA etkisinin nedenlerini anlamak için şehirleşme, nüfus yoğunluğu ve LST değişikliklerini değerlendirmenin önemini vurgulamıştır.
(Zuo vd., 2024) Bu çalışma, CA-Markov modelini kullanarak Wuhan'ın ana kentsel bölgesinde KIA olgusunu analiz etmeyi ve gelecekteki iklim koşullarını tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Arazi kullanım verilerini iyileştirerek ve arazi örtüsü değişikliklerinin zaman içinde KIA üzerindeki etkisini araştırarak simülasyon sonuçlarının doğruluğunu artırmayı amaçlanmaktadır. Bu çalışma, CA-Markov modelini kullanarak Wuhan'ın ana kentsel bölgesinde KIA olgusunu analiz etmeyi ve gelecekteki iklim koşullarını tahmin etmeyi amaçlamaktadır. Arazi kullanım verilerini iyileştirerek ve arazi örtüsü değişikliklerinin zaman içinde KIA üzerindeki etkisini araştırmak simülasyon	Bu çalışma kapsamında, <ul style="list-style-type: none"> Yüksek hassasiyetli arazi kullanım verilerini elde etmek için RS teknolojilerinden yararlanılmıştır. Arazi kullanım değişikliklerini simüle etmek ve tahmin etmek için CA-Markov modeli kullanılmıştır. Simüle edilen arazi kullanım verileri, Wuhan'daki KIA etkisini analiz etmek için hava durumu araştırma ve tahmin modeline girilmiştir. Yöntemin uygulanabilirliğini ve doğruluğunu doğrulamak için hava istasyonlarından alınan gözlem verileriyle karşılaştırma yapılmıştır. 	<p>Çalışma, CA-Markov modelini kullanarak 2020 için arazi kullanım verilerini simüle etmiş ve 2030 için verileri tahmin etmiştir.</p> <ul style="list-style-type: none"> Wuhan'ın ana kentsel alanındaki KIA olgusunu analiz etmiş ve kentsel genişleme nedeniyle 2030 yılına kadar yoğunlukta bir artış olduğunu göstermiştir. Araştırma, değişen arazi kullanımının KIA ve gelecekteki iklim koşulları üzerindeki etkisine ilişkin içgörüyü sağlayarak, kentsel çevrenin korunmasını için soğuk alanların korunmasının önemini vurgulamıştır.

Kaynak/Amaç ve Hedefler	Metodoloji	Sonuçlar
sonuçlarının doğruluğunu artırmaya odaklanmaktadır. (Fang vd., 2024) Bu çalışma, Orta Yunnan Şehir Kümelemesi içindeki KIA etkisini, kümeleme içindeki tüm şehirler için YKIAI'yi ve 2000'den 2021'e kadar zamansal değişimlerini analiz etmeyi amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, • NDBI, NDVI, yerleşik alan, nüfus, GSYİH ve sanayi sektörleri gibi YKIAI varyasyonlarını etkileyen faktörlerin değişim eğimlerini hesaplamak için Sen eğim tahmin yöntemi ve Mann-Kendall trend analizi kullanılmıştır. • Coğrafi, topoğrafik, sosyoekonomik, arazi kullanım değişikliği ve endüstriyel sonuç faktörlerinin YKIAI eğimleri üzerindeki etkisini değerlendirmek için mekansal otoresgresif yöntemler kullanılmıştır. • Araştırma, Orta Yunnan Şehir Kümesi içindeki küçük şehirlere odaklanmakta ve YKIAI ve 2000'den 2021'e kadar zamansal değişimlerini analiz etmek için Landsat RS görüntülerini kullanmaktadır.	Çalışma, coğrafi faktörlerin SUHI değişimleri üzerinde olumlu bir etki sergilediğini, topografik, arazi kullanım değişikliği, sosyoekonomik ve endüstriyel sonuç faktörlerinin ise YKIAI değişimleri üzerinde olumsuz etkiler gösterdiğini ortaya koymaktadır. • GSYİH, birincil sanayi ve üçüncül sanayi gibi faktörler YKIAI'yi önemli ölçüde etkilerken, üçüncül sanayi olumlu bir etki göstermektedir. • Araştırma, YKIAI değişimlerinde coğrafi konumun önemini vurgulamakta ve YKIAI dinamiklerini etkileyen faktörlere dayalı olarak etkili kentsel planlama ve yönetim stratejileri için içgörü sağlamaktadır.
(Tanoori vd., 2024) Bu çalışma, kentsel konfigürasyonun KIA etkisine nasıl katkıda bulunduğunu anlamayı, arazi kullanımı ve kentsel konfigürasyon metriklerindeki zamansal eğimleri araştırmayı, LST tahmininde makine öğrenimi algoritmalarının tahmin yeteneklerini keşfetmeyi, farklı arazi örtüsü türlerinde LST'yi etkileyen önemli kentsel konfigürasyon metriklerini belirlemeyi ve Şiraz'daki kentsel form, LST modelleri ve KIA etkisi arasındaki etkileşimi aydınlatmayı amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, • LST etkileyen peyzaj metriklerinin önemi ölçmek için Shapley eklemeli açıklamalar yöntemi kullanılmıştır. • Ayrıca, LST'yi tahmin etmek için k-kat çapraz doğrulama kullanılarak altı makine öğrenimi algoritması değerlendirilmiş ve tahmin doğruluğunu değerlendirmek için dört metrik kullanılmıştır. • Veri ön işleme, min-max tekniği kullanılarak normalleştirilmiştir. • Haritalar, ArcGIS, ENVI ve Fragstats kullanılarak analiz edilmiştir.	Çalışmada, özellikle PLAND (Peyzaj Yüzdesi) ve LPI (Peyzaj Şekli Endeksi) olmak üzere kentsel yapılandırma ölçütlerinin LST değişimlerini önemli ölçüde etkilediğine daha yüksek değerlerin kentsel alanlarda daha düşük sıcaklıklara yol açtığı tespit edilmiştir. • Farklı arazi kullanım türleri, yapılandırma ölçütlerinin LST üzerinde farklı etkiler göstererek özel kentsel planlama stratejilerine duyulan ihtiyaç ortaya koymuştur. • Şiraz'daki KIA etkisini azaltmak için yeşil alanların korunmasının ve kentsel yerleşim planlarının optimize edilmesinin önemi vurgulanmıştır.
(Elmarakby ve Elkadi, 2024) Çalışmanın amacı, Manchester'daki Transit Odaklı Gelişme (TOD) alanında kentsel morfolojisinin KIA oluşumu üzerindeki etkisini araştırmak, TOD'nin kentsel morfoloji parametreleri ile KIA yoğunluğu arasında korelasyonlar kurmak ve TOD bağlamında KIA etkisini azaltmak için kanıta dayalı öneriler sunmaktır.	Bu çalışma kapsamında, • TOD'lardaki kentsel yapı ve KIA arasındaki ilişkileri araştırmak için bağlam analizi, RS, SPSS korelasyon analizi ve Sankey diyagram analizi gibi metodolojiler kullanılmıştır.	Çalışma, Manchester'ın TOD'larındaki kentsel yapı parametreleri ile KIA etkisi arasındaki korelasyonları ortaya koymuş ve arazi kullanım çeşitliliği, nüfus yoğunluğu ve bina yüksekliği gibi faktörlerin KIA yoğunluğu üzerindeki etkisini vurgulamıştır.
(Zhang vd., 2024) Bu çalışma, farklı zaman ölçeklerindeki zamansal değişimlerini analiz etmek ve çok zaman ölçekli arka plan iklim zorlamasıyla ilişkisini anlamak için Kısa Zamanlı Fourier Dönüşümü (STFT) yöntemini kullanarak 2000-2020 döneminde Pekin'deki gölgelik kentsel ısı adası yoğunluğu (GKIAI) gelişimini araştırmayı amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, • Pekin'deki CKIAI'nin 2000'den 2020'ye kadar farklı zaman ölçeklerinde gelişimini analiz etmek için STFT yöntemi kullanılmıştır.	Çalışma, Pekin'deki CKIAI gelişiminin doğrudan çok zaman ölçekli arka plan iklim zorlamasıyla ilişkili olduğunu bulmuştur. • GKIAI'nin yıl içi STFT spektrumunda V şeklinde bir model ortaya çıkararak Pekin'deki GKIAI gelişiminde mevsimsel bir asimetriyi işaret etmiştir. • Çalışma ayrıca Batı Pasifik Subtropikal Yüksekliğinin (WPSH) GKIAI dalgalanmaları üzerindeki etkisini vurgulamış ve WPSH ile GKIAI spektral yoğunlukları arasında önemli bir pozitif korelasyon olduğunu göstermiştir.
(Singh vd., 2024) Bu çalışma, önemli ölçüde kentsel gelişmeye maruz kalan Bhopal şehrinde artan LST'nin YKIAI üzerindeki etkisinin boyutunu ve bunun biyofiziksel parametreler üzerindeki olumsuz sonuçlarını değerlendirmeyi amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, • LULC haritaları oluşturmak ve LST, NDVI ve NDBI hesaplamak için Landsat TM ve OLI uydu görüntüleri kullanılmıştır. • Görüntü segmentasyonu denetimli sınıflandırma teknikleri kullanılarak gerçekleştirilmiş ve doğrulama için genel doğruluk ve Kappa endeksi gibi istatistiksel parametreler kullanılmıştır. • Rastgele 500 noktadan toplanan LST, NDVI ve NDBI değerleri arasındaki ilişkileri incelemek için korelasyon ve regresyon analizleri yapılmıştır.	• Çalışma, Bhopal şehrinde 2008'den 2020'ye kadar LST'de 2°C'lik bir artış olduğunu ortaya koymuş ve bunun başlıca nedeninin arazi kullanımındaki değişiklikler ve hızlı kentsel gelişimi olduğunu göstermiştir. • LST ile NDBI arasında güçlü pozitif korelasyonlar gözlenmiştir, bu da yerleşim alanlarının LST üzerindeki doğrudan etkisini göstermektedir. • Buna karşılık, LST ile NDVI arasında negatif bir korelasyon bulunmuştur, bu da LST arttıkça bitki örtüsünün sağlığında bir düşüş olduğunu göstermektedir.
(Peng vd., 2024) Bu çalışma, 2000'den 2018'e kadar Çin'deki 31 büyük şehir kentsel genişleme alanlarındaki YKIAI evrim modellerini analiz etmeyi amaçlamaktadır. Nihai hedef, YKIAI evrimini ve kentsel genişleme alanlarındaki itici güçleri anlayarak kentsel planlamada ayrıntılı rehberlik sağlamaktır.	Bu çalışma kapsamında, • Her bir şehir için üç göstergenin zaman içindeki evrim oranlarını belirlemek üzere sıradan en küçük karelere dayalı doğrusal bir regresyon modeli kullanılmıştır. • Ayrıca evrimsel oranların anlamlılığını incelemek için t-testleri kullanılmıştır. • Ek olarak, YKIAI evrimsel modellerini sınıflandırmak için özellikler olarak normalleştirilmiş evrimsel oranlar kullanılarak K-ortalama kümeleme uygulanmış ve kentsel genişleme alanlarındaki farklı evrimsel modeller arasındaki karşılıklı dönüşümün itici güçlerini belirlemek için multinomial lojistik regresyon kullanılmıştır.	• Çalışma bulgularına göre kentsel genişleme alanları YKIAI aralık oranı, ortalama yoğunluk ve maksimum yoğunlukta artan bir eğilim sergilemiştir. • Şehirler beş evrimsel tipte kategorize edilmiştir: Azalan, dengeli artan, menzil ağırlıklı artan, yoğunluk ağırlıklı artan ve iki boyutlu artan. • İklim koşulları, nüfus dağılımı ve endüstriyel yapı, kentsel genişleme alanlarında YKIAI'nin evrimini etkileyen baskın faktörler olarak belirlenmiştir.
(Oukawa vd., 2024) Çalışmanın amacı, KIAI'yi doğru bir şekilde değerlendirmek için modeller geliştirmektir. Ayrıca kentsel alanlarda KIAI'yi azaltmada Doğa Temelli Çözümlerin (NBS) etkinliğini değerlendirmek için simülasyon senaryoları oluşturulmuştur.	Bu çalışma kapsamında, • KIA zamansal gelişimini simüle etmek ve müdahalelerin KIA'nin azaltılması üzerindeki etkisini değerlendirmek için RF regresyon modelleri kullanılmıştır. • Modeller, değişen hava koşulları altında KIA yoğunluğunu tahmin etmek için atmosferik veriler ve yüzey özellikleri kullanılarak geliştirilmiştir.	• Çalışma, KIAI tahmin etmek için yüksek açıklayıcı güce sahip modelleri başarıyla geliştirmiş ve kentsel alanlarda açığa kapsamının artırılmasının KIAI'yi azaltabileceğini ve genel termal konforu iyileştirebileceğini göstermiştir. • Araştırma, KIAI'nin azaltılması için NBS geliştirilmesinde ek faktörlerin dikkate alınmasının önemini vurgulamıştır.
(Rinchumphu vd., 2024) Bu çalışma, Chiang Mai'nin kentsel iklim bağlamında tarımsal üretim alanlarının, özellikle de pirinç tarlalarının ve bahçeciliğin yüzey sıcaklıkları üzerindeki etkisini araştırmayı amaçlamaktadır.	Bu çalışma kapsamında, • Chiang Mai Kapsamlı Plan sınırları dahilinde 2017'den 2023'e kadar yaz LST kategorilerinin oranını analiz etmek için RS verileri kullanılmıştır. • LST'yi etkileyen faktörleri değerlendirmek için NDVI, NDBI ve MNDWI gibi yüzey biyofiziksel parametrelerine odaklanmıştır. • Arazi kullanım bölgeleme analizi, blok ölçeğinde bu parametrelerin ortalama değerlerinin hesaplanmasını içermektedir.	• Çalışma, pirinç tarlaları ve bahçecilik dahil olmak üzere tarımsal üretim alanlarının Chiang Mai'nin kentsel iklim bağlamında LST'yi önemli ölçüde azalttığını ortaya koymuştur. • Tarımsal bölgeler, yüzey sıcaklıklarının düşürülmesinde ve kentsel termal ortamın olumlu yönde etkilenmesinde önemli bir rol oynamıştır.
(Bansal ve Quan, 2024) Bu çalışma, makine öğrenimi tekniklerini kullanarak Seul'deki kentsel form faktörleri ile CKIAI etkileri arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri incelemeyi amaçlamaktadır. CKIAI etkilerini tahmin etmek ve çeşitli regresyon modellerini karşılaştırmak için farklı zaman örneklerinde hava sıcaklığı gözlemlerini analiz etmeye odaklanmaktadır.	Bu çalışma kapsamında, • CKIAI ilişkilerini analiz etmek için RF ve gradyan artırma karar ağaçları (GBDT, XGBoost, LightGBM) dahil olmak üzere makine öğrenimi modelleri kullanılmıştır. • Bu ilişkileri araştırmak için geleneksel regresyon modelleri de kullanılmıştır. • Analiz, model performanslarının karşılaştırılmasını, bağımsız değişken çiftleri için PCC değerlerinin hesaplanmasını ve kentsel form faktörleri ile CKIAI etkileri arasındaki doğrusal ve doğrusal olmayan ilişkileri ortaya çıkarmak için kısmi bağımlılık grafiklerinin kullanılmasını içermektedir.	Çalışma, GBDT ve SAC modellerinin tüm değişkenler ve zaman aralıkları için tutarlı etki yönleri gösterdiğini ortaya koymuştur. • Bununla birlikte, form-CKIAI ilişkisi anlamı olduğunda GBDT ve SAC modelleri arasındaki kısmi bağımlılık grafiklerinde önemli farklılıklar gözlenmiştir. • Ortalama CKIAI etkisi farklı zaman örneklerinde değişiklik göstermiş, gerçek ilişki doğrusal olmadığında SAC modelleri en iyi doğrusal tahmini sağlamıştır.
(Renc ve Lupikasza, 2024) Bu çalışma, 1986-2021 yılları arasında Güney Polonya'daki GZM bölgesinde YKIAI kapsamı ve yoğunluğundaki mekansal ve zamansal değişiklikleri değerlendirmeyi amaçlamıştır. Kentleşmenin, arazi örtüsü değişikliklerini ve demografik faktörlerin YKIAI modelleri	Bu çalışma kapsamında, • GZM alanındaki LST ve YKIAI göstergelerini analiz etmek için uydu verileri ve RS teknikleri kullanılmıştır. • LST'yi tahmin etmek için uydu görüntülerinin işlenmesini, sıcak ada alanı endeksinde dayalı YKIAI göstergelerinin hesaplanmasını ve Copernicus arazi izleme hizmetleri verilerini kullanarak arazi	Çalışma, nüfus yoğunluğu ile GZM bölgesindeki YKIAI kapsamı arasında önemli korelasyonlar olduğunu ortaya koymuştur. • Nüfus yoğunluğu, YKIAI kapsamındaki varyansın %95'ine kadarını açıklayarak güçlü etkisinin altını çizmiştir. • Araştırma ayrıca, arazi örtüsü kompozisyonundaki uzun vadeli değişikliklerin, kentleşmenin ve iklim değişikliğinin çalışma alanındaki YKIAI modelleri ve LST değişimleri üzerinde kayda değer bir etkisi olduğunu göstermiştir.

Kaynak/Amaç ve Hedefler	Metodoloji	Sonuçlar
<p>üzerindeki etkisini anlamaya çalışmıştır. Ayrıca araştırma, kentsel gelişim ve çevresel koşullar bağlamında LST değişimleri ile iklim değişikliği göstergeleri arasındaki ilişkiyi araştırmayı amaçlamıştır.</p> <p>(Wang vd., 2024)</p> <p>Çalışma, kentsel idari bölgelerdeki ısıya neden olan çevresel faktörleri analiz etmeyi, iyileştirme stratejilerini belirlemeyi ve ısı adası politikaları için bilimsel bir temel sağlamayı amaçlamaktadır.</p> <p>Taichung Şehri içindeki farklı bölgelerin gelişim durumunu anlamak ve ilgili soğutma stratejilerini önermek için yenilikçi makine öğrenimi araştırma yöntemlerini kullanmaya odaklanmaktadır.</p> <p>(Gorai vd., 2024)</p> <p>Bu çalışma, istatistiksel modelleme ve RS veri setlerini kullanarak Kalküta'nın mega kentindeki on yıllık LULC değişikliklerini analiz etmeyi amaçlamaktadır.</p> <p>Ayrıca, sürdürülebilir kentsel kalkınmaya yönelik şehir plancıları ve yönetim stratejileri için içgörü sağlamak üzere YKIA etkilerini ve Kentsel Termal Alan Değişkenlik İndeksi (UTFVI) değişikliklerini değerlendirmeyi amaçlamaktadır.</p>	<p>örtüsü bileşimindeki uzun vadeli değişikliklerin değerlendirilmesini içermektedir.</p> <ul style="list-style-type: none"> Demografik veriler, nüfus faktörleri ve YKIA kapsamı arasındaki ilişkileri incelemek için Pearson korelasyonu ve belirleme katsayısı dahil olmak üzere istatistiksel analizler yapılmıştır. <p>Bu çalışma kapsamında,</p> <ul style="list-style-type: none"> Isıya neden olan faktörleri analiz etmek için sınıflandırma ve regresyon ağacı (CART) algoritması, hava sıcaklığını etkileyen temel çevresel faktörleri belirlemek için karar ağacı analizi ve yüksek ve orta-düşük yoğunluklu gelişim alanları için çevresel faktörlerdeki değişiklikleri simüle etmek için geri yayılım sinir ağı (BPNN) modellenmesi kullanılmıştır. Q GIS yazılımı kullanılarak verilerin geometrik olarak düzeltilmesi, arazi kullanımı ve arazi örtüsü verilerinin üst üste bindirilmesi ve geçirimlilik, pürüzlülük ve soğutma derece saatleri gibi faktörlerin analiz edilmesi kullanılan temel yöntemlerdir. <p>Bu çalışma kapsamında,</p> <ul style="list-style-type: none"> 1991'den 2021'e kadar LULC sınıflandırmak için istatistiksel modelleme ve RS veri setleri kullanılmış, yapılaşma ve bitki örtüsü kayıplarına odaklanılmıştır. Ayrıca termal durum ölçümü için LST yaklaşılmış, YKIA ve UTFVI değişiklikleri analiz edilmiş ve çevresel etki değerlendirmesi için jeo-mekânsal göstergeler değerlendirilmiştir. 	<p>Çalışma, kentsel ısıyı etkileyen geçirimlilik, pürüzlülük ve soğutma derece saatleri gibi temel çevresel faktörleri tanımlamış ve bunların hava sıcaklığı üzerindeki etkilerini ölçmüştür.</p> <ul style="list-style-type: none"> En yüksek soğutma etkilerini elde etmek için yüksek yoğunluklu gelişim alanlarında geçirimliliği ve pürüzlülüğü azaltmaya odaklanarak bu faktörleri iyileştirmeye yönelik stratejiler önerilmiştir. Araştırma, ısı adası politikalarının formüle edilmesi için bilimsel bir temel sağlamış ve farklı kentsel bölgelerin özel kalkınma durumuna dayalı özelleştirilmiş çözümlerin önemini vurgulamıştır. <p>Çalışma, yeni yol yapımı ve yerleşim yeri inşası gibi kentsel faaliyetlerinin 1991'den 2021'e kadar Kalküta ve çevresindeki kentsel yerleşik alanda %21,17'lik bir artışa yol açtığını ortaya koymuştur.</p> <ul style="list-style-type: none"> Bu genişleme açık alanların, bitki örtüsünün, tarım arazilerinin ve su kaynaklarının azalmasına neden olmuştur. Araştırma, kentsel arazi kullanımı değişiklikleri, yüzey sıcaklıkları ve yeşil alanların yapılaşmış alanlara dönüşümü üzerindeki önemli etkisini vurgulayarak, bölgede sürdürülebilir kentsel planlama ve çevre yönetiminin önemini ortaya koymuştur.

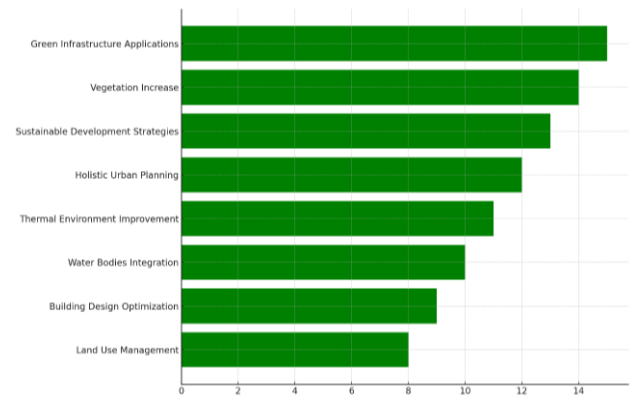


Şekil 1. İncelenen literatür kapsamında kentsel ısı adası çalışmalarında kullanılan yöntemlerin kullanılma sıklıkları.

Figure 1. Frequency of use of the methods used in urban heat island studies within the scope of the reviewed literature.

Şekil 1'de, KIA çalışmalarında en sık kullanılan yöntemler NDVI, NDBI, GIS ve RS teknikleri olarak öne çıkmaktadır. Bu yöntemler, kentsel çevredeki bitki örtüsü, yapılaşma yoğunluğu ve yüzey sıcaklığı gibi parametrelerin analizi için kritik önem taşımaktadır. Daha düşük sıklıkla kullanılan yöntemler arasında STFT yöntemi, Fourier-uyumlu eğriler ve Coğrafi detektör modelleri bulunmakta olup, bu yöntemler genellikle daha spesifik analizler ve detaylı modeller için tercih edilmektedir.

Sonuç olarak, çalışma alanında uzaktan algılama ve coğrafi bilgi sistemleri gibi geniş kapsama alanına sahip tekniklerin daha yaygın olduğu, daha sofistike veya özel durumlara yönelik tekniklerin ise belirli çalışmalarda kullanıldığı görülmektedir. Bu, araştırmaların genelde geniş ölçekli ve genel analizlere odaklandığını göstermektedir.



Şekil 2. İncelenen literatür kapsamında KIA etkilerinin azaltılmasında kullanılan kentsel planlama ve yeşil altyapı uygulama kategorileri ve kullanım sıklıkları.

Figure 2. Urban planning and green infrastructure implementation categories and their frequency of use in mitigating the impacts of UHI in the reviewed literature.

TARTIŞMA

KIA etkisinin mekânsal ve zamansal değişimlerini belirlemek amacıyla yapılan akademik çalışmalar, RS teknikleri ve çeşitli analiz yöntemlerini kullanarak detaylı bulgular ortaya koymuştur. Bu çalışmalar, yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve termal sensörler aracılığıyla, kentsel alanlarda yüzey sıcaklıklarının dağılımını incelemekte ve KIA etkisinin mekânsal ve zamansal değişimlerini analiz etmektedir. RS teknikleri, özellikle Landsat ve MODIS gibi uydu veri setleri kullanılarak, kentsel alanlardaki yüzey sıcaklıklarının zamansal ve mekânsal dağılımını incelemek için kritik öneme sahiptir. Bu teknikler, gece ve gündüz sıcaklık farklılıklarının belirlenmesinde, mevsimsel değişimlerin analizinde ve uzun vadeli eğilimlerin izlenmesinde kullanılmaktadır (Tomlinson vd., 2011).

Çalışmalarda kullanılan analiz yöntemleri arasında sıcaklık haritalama, mekânsal istatistikler, korelasyon analizleri ve regresyon modelleri önemli bir yer tutmaktadır. Sıcaklık haritalama ile kentsel alanlardaki farklı bölgelerin sıcaklık dağılımları belirlenirken,

mekânsal istatistikler ve korelasyon analizleri, yeşil alanların ve kentsel yoğunluğun sıcaklıklar üzerindeki etkilerini anlamak için kullanılmıştır (Kim vd., 2016). Regresyon modelleri ise sıcaklık artışlarının çeşitli kentsel faktörlerle olan ilişkisini sayısal olarak ortaya koymaktadır (Schaefer vd., 2021). Analizlerde kullanılan veriler, genellikle uydu görüntüleri, meteorolojik istasyon verileri, arazi kullanım verileri ve nüfus yoğunluğu gibi çeşitli kaynaklardan elde edilmiştir. Bu veriler, KIA etkisinin daha doğru ve kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır (Hu vd., 2017). Örneğin, uydu görüntüleri yüzey sıcaklıklarını izlerken, meteorolojik veriler hava sıcaklığı ve nem gibi atmosferik koşulları yansıtmaktadır (Chen vd., 2018). Arazi kullanım verileri ise kentsel yoğunluk, yeşil alanların miktarı ve yapılaşma şekilleri hakkında bilgiler sağlamaktadır.

Yeşil altyapı ve kentsel tasarım, KIA etkisinin azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Yeşil çatılar, dikey bahçeler ve geniş park alanları gibi yeşil altyapı unsurları, kentsel alanlarda yüzey sıcaklıklarını düşürerek daha serin bir çevre yaratmaktadır (He vd., 2021). Kentsel tasarımda ise binaların yerleşim şekilleri, sokak genişlikleri ve gölgeleme yapıları gibi faktörler dikkate alınmaktadır. Bu unsurlar, doğal havalandırmayı artırarak ve güneş ışığını engelleyerek KIA etkisini azaltmaya yardımcı olabilir (Johnson vd., 2009). Enerji etkin tasarım yaklaşımları da KIA etkisinin azaltılmasında önemlidir. Binaların enerji verimli tasarımı, daha az ısı emisyonuna neden olarak çevre sıcaklıklarının düşürülmesine katkı sağlamaktadır. Yüksek yansıtıcılığa sahip malzemelerin kullanımı, binaların ve yolların yüzeylerinde daha az ısınma sağlamaktadır. Ayrıca, enerji verimli sistemler ve yenilenebilir enerji kaynaklarının entegrasyonu, KIA etkisinin azaltılmasına yönelik sürdürülebilir çözümler sunmaktadır (Chen vd., 2018).

Gerçekleştirilen çalışmalarda, yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve termal sensörler, kentsel alanlardaki yüzey sıcaklıklarının zamansal ve mekânsal dağılımını belirlemede önemli araçlar olarak öne çıkmaktadır. Bu kapsamda RS tekniklerinin daha yaygın kullanımı teşvik edilmeli ve bu veriler, meteorolojik istasyon verileri, arazi kullanım verileri ve nüfus yoğunluğu gibi diğer kaynaklarla entegre edilmelidir. Böylelikle, KIA etkisinin daha doğru ve kapsamlı bir şekilde değerlendirilmesi sağlanabilir.

KIA etkisini azaltmada ise yeşil altyapı ve uygun kentsel tasarım kritik bir rol oynamaktadır. Yeşil çatılar, dikey bahçeler ve geniş park alanları, kentsel alanlardaki yüzey sıcaklıklarını düşürerek daha serin bir çevre oluşturmaktadır. Bu kapsamda kentsel planlamada, yeşil alanların miktarının artırılması ve binaların yerleşim şekillerinin doğal havalandırmayı artıracak şekilde düzenlenmesi önerilmektedir. Böylelikle, yüzey

sıcaklıklarını düşürerek KIA etkisini azaltmak mümkün olabilir.

Buna ek olarak, KIA etkisi hakkında toplum bilincinin artırılması ve eğitim programları düzenlenmesi önerilmektedir. Böylelikle, özellikle sosyo-demografik olarak dezavantajlı grupların korunmasına yardımcı olunabilir. Ayrıca, KIA etkisinin azaltılması yönünde yerel yönetimler tarafından politika ve stratejiler geliştirilmelidir. Bu stratejiler, yeşil altyapı yatırımları, enerji verimli tasarım yaklaşımları ve acil durum planlarını içermelidir. Yeni teknolojilerin ve yöntemlerin geliştirilmesi teşvik edilmelidir. KIA etkisi üzerine daha fazla araştırma yapılmalı ve bu araştırmalar, çeşitli disiplinlerden gelen verilerle desteklenmelidir. Bu sayede, daha yaşanabilir ve sürdürülebilir kentsel alanlar oluşturulabilir.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada sistematik literatür taramasının sonuçları, özellikle hızla gelişen bölgeler bağlamında, kentleşme ve arazi kullanımındaki değişikliklerin KIA etkisi üzerindeki önemli etkisinin altını çizmektedir. Yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri ve uzaktan algılama tekniklerinden yararlanarak, arazi yüzey sıcaklıkları LST, NDVI ve NDBI mekânsal ve zamansal değişimleri başarılı bir şekilde haritalanmasıyla bu endeksler arasında gözlemlenen korelasyonlar, kentleşme, bitki örtüsü ve yüzey sıcaklıkları arasındaki ilişkiye dair önemli bilgiler ortaya koymaktadır. Özellikle, LST ve NDBI arasındaki güçlü pozitif korelasyon, artan yerleşim alanlarının yükselen sıcaklıklar üzerindeki doğrudan etkisini vurgularken, LST ve NDVI arasındaki negatif korelasyon, bitki örtüsünün kentsel ısıyı azaltmadaki hafifletici rolünü vurgulamaktadır.

Bu çalışmalardaki bulgular, kentsel genişlemenin mikroklimatik koşulları nasıl etkilediğinin daha iyi anlaşılmasına katkıda bulunuyor ki bu da şehir plancıları, politika yapımcılar ve çevre bilimciler için çok önemli bulgulardır. Bu çalışmaların RS verilerini istatistiksel analizlerle ve coğrafi bilgi sistemleriyle bütünleştiren metodolojisi, hızla kentleşen diğer bölgelerdeki KIA etkisini değerlendirmek için sağlam bir çerçeve sunmakta ve benzer bağlamlarda gelecekte yapılacak araştırmalar için değerli bir referans oluşturmaktadır. Ayrıca bu çalışmalar, KIA etkilerinin olumsuz etkilerini azaltmak için yeşil altyapı ve sürdürülebilir kentsel tasarım ilkelerinin dahil edilmesinin önemini vurgulamaktadır.

Gelecekteki araştırma yönleri açısından, bu makale keşif için çeşitli yollar açmaktadır. Özellikle farklı iklim ve coğrafi ortamlarda, belirli doğa temelli çözümlerin KIA etkilerini azaltmadaki etkinliğine ilişkin daha ayrıntılı araştırmalara ihtiyaç vardır. Daha ileri çalışmalar, kentsel ısı adalarının halk sağlığı ve sosyo-ekonomik koşullar

üzerindeki uzun vadeli etkilerini de araştırabilir ve kentsel iklim sorunlarını anlamak ve ele almak için multidisipliner bir yaklaşım sunabilir. Ayrıca, makine öğrenimi ve yapay zekâ gibi gelişmiş teknolojilerin coğrafi bilgi sistemleri ile entegre edilmesi, KIA modellerinin tahmin doğruluğunu artırarak daha etkili kentsel planlama ve politika müdahalelerine olanak sağlayabilir. KIA etkisini şekillendirmede kentsel morfoloji, iklim değişkenleri ve insan faaliyetleri arasındaki etkileşimlerin araştırılması da daha dirençli ve sürdürülebilir kentsel ortamların geliştirilmesine rehberlik edecek değerli bilgiler sağlayabilir. Bu makale sadece belirli bir kentsel bağlamda KIA fenomenini anlamamızı iletirmekle kalmıyor, aynı zamanda kentleşmenin yerel iklimler üzerindeki etkilerini azaltmayı amaçlayan gelecekteki çalışmalar için temel bir sistematik bilgi kaynağı sağlamaktadır. Arazi kullanımı, bitki örtüsü, kentleşme ve yüzey sıcaklıkları arasındaki etkileşime odaklanan bilimsel çalışmaları incelemeye yönelik bu makale, sürdürülebilir şehir planlamasının gelecek için daha sağlıklı ve daha yaşanabilir şehirler yaratmadaki kritik rolünün altını çizmektedir.

Ayrıca bu makale, KIA'ların zaman içinde gelişen dinamiklerini takip etmek için sürekli izleme ve veri toplamanın önemini vurgulamaktadır. Özellikle hızla büyüyen bölgelerde kentleşme hızlandıkça, arazi kullanımı ve çevresel koşullardaki değişikliklere yanıt verebilecek uyarlanabilir stratejiler geliştirmek giderek daha önemli hale gelmektedir. Devam eden bu izleme, uyarlanabilir kentsel planlama ve ısıya duyarlı mahalleler gibi belirli endişe alanlarını ele alan hedefli müdahalelerin uygulanması konusunda bilgi sağlayabilir. Makalede aktarılan bilgi kaynaklarından yararlanarak araştırmacılar ve politika yapımcılar, bu çalışmaların yöntem ve bulgularını farklı kentsel ortamlara uygulayarak, KIA etkilerinin küresel modellerini daha iyi anlayabilir ve hem etkili hem de sürdürülebilir olan bağlama özgü çözümler geliştirebilirler.

Gelecekte yapılacak çalışmalar, farklı nüfus gruplarının artan sıcaklıklardan nasıl etkilendiğini ve kentsel dayanıklılığı artırmak için ne gibi önlemler alınabileceğini araştırarak KIA etkisinin sosyo-ekonomik boyutlarını da inceleyebilir. Bu, yeşil alanların ve soğutma altyapılarının, özellikle yetersiz hizmet alan topluluklarda, tüm sakinler için erişilebilir olmasını sağlayarak sosyal eşitliği teşvik etmede kentsel planlamanın rolünü incelemeyi içerebilir.

Son olarak, iklim değişikliği kentsel ısı sorunlarını şiddetlendirmeye devam ettikçe, şehir plancılar, çevre bilimciler, iklim uzmanları ve halk sağlığı uzmanlarını bir araya getiren disiplinler arası araştırmalara duyulan ihtiyaç artmaktadır. Bu tür iş birlikleri, kentsel ısı adalarının çok yönlü doğasını ele alan, daha sürdürülebilir ve dirençli şehirler yaratmak için teknolojik yenilikleri,

politika önlemlerini ve toplum katılımını içeren bütünsel stratejilerin geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

Özetle, bu makale sadece KIA hakkındaki mevcut bilgi birikimine katkıda bulunmakla kalmamakta, aynı zamanda kentleşmenin yerel iklimler üzerindeki etkilerini azaltmayı amaçlayan kentsel planlama ve politika kararlarını bilgilendirebilecek gelecekteki araştırmalar için zemin hazırlamaktadır. Yenilikçi araştırma yöntemleri, disiplinler arası iş birliği ve sürdürülebilirlik taahhüdünün bir kombinasyonu sayesinde, gelecekteki çalışmalar sadece ısıya karşı daha dirençli değil, aynı zamanda tüm sakinleri için daha adil ve yaşanabilir şehirlerin önünü açmaya yardımcı olabilir.

KAYNAKLAR

- Badugu, A., Arunab, K.S., Mathew, A. & Sarwesh, P. (2023).** Spatial and temporal analysis of urban heat island effect over Tiruchirappalli city using geospatial techniques. *Geodesy and Geodynamics*, *14*(3). DOI: [10.1016/j.geog.2022.10.004](https://doi.org/10.1016/j.geog.2022.10.004)
- Bansal, P. & Quan, S.J. (2024).** Examining temporally varying nonlinear effects of urban form on urban heat island using explainable machine learning: A case of Seoul. *Building and Environment*, *247*. DOI: [10.1016/j.buildenv.2023.110957](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110957)
- Benaomar, K. & Outzourhit, A. (2024).** Exploring the Complexities of Urban Forms and Urban Heat Islands: Insights from the Literature, Methodologies, and Current Status in Morocco. *Atmosphere*, *15*(7), 822. DOI: [10.3390/atmos15070822](https://doi.org/10.3390/atmos15070822)
- Bowler, D.E., Buyung-Ali, L., Knight, T.M. & Pullin, A.S. (2010).** Urban greening to cool towns and cities: A systematic review of the empirical evidence. *Landscape and Urban Planning*, *97*(3). DOI: [10.1016/j.landurbplan.2010.05.006](https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2010.05.006)
- Cetin, M., Ozenen Kavlak, M., Senyel Kurkuoglu, M. A., Bilge Ozturk, G., Cabuk, S.N. & Cabuk, A. (2024).** Determination of land surface temperature and urban heat island effects with remote sensing capabilities: the case of Kayseri, Türkiye. *Natural Hazards*, *120*, 5509-5536. DOI: [10.1007/s11069-024-06431-5](https://doi.org/10.1007/s11069-024-06431-5)
- Chen, Q., Ding, M., Yang, X., Hu, K. & Qi, J. (2018).** Spatially explicit assessment of heat health risk by using multi-sensor remote sensing images and socioeconomic data in Yangtze River Delta, China. *International Journal of Health Geographics*, *17*(1). DOI: [10.1186/s12942-018-0135-y](https://doi.org/10.1186/s12942-018-0135-y)

- Cheng, H., Yang, B., Ke, T., Li, S., Yang, X., Aschner, M. & Chen, P. (2021).** Mechanisms of metal-induced mitochondrial dysfunction in neurological disorders. *Toxics*, *9*(6). DOI: [10.3390/toxics9060142](https://doi.org/10.3390/toxics9060142)
- de Souza Campos Correa, W., Rosales Aylas, G.Y., Magalhães Santiago, A., do Vale, C.C., Silva, M.E.S., da Silva, C.B., Nascentes Coelho, A., Lima Freire, A.H., Mataveli, G. & Martins Moreira, D. (2024).** Temporal and Spatial Urban Heat Islands in a Coastal Brazilian Area of Tropical Climate. *Papers in Applied Geography*, *10*(2). DOI: [10.1080/23754931.2024.2321561](https://doi.org/10.1080/23754931.2024.2321561)
- Debbage, N. & Shepherd, J.M. (2015).** The urban heat island effect and city contiguity. *Computers, Environment and Urban Systems*, *54*. DOI: [10.1016/j.compenurbysys.2015.08.002](https://doi.org/10.1016/j.compenurbysys.2015.08.002)
- Deng, X., Yu, W., Shi, J., Huang, Y., Li, D., He, X., Zhou, W. & Xie, Z. (2024).** Characteristics of surface urban heat islands in global cities of different scales: Trends and drivers. *Sustainable Cities and Society*, *107*, 105483. DOI: [10.1016/j.scs.2024.105483](https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105483)
- Elmarakby, E. ve Elkadi, H. (2024).** Impact of urban morphology on Urban Heat Island in Manchester's transit-oriented development. *Journal of Cleaner Production*, *434*. DOI: [10.1016/j.jclepro.2023.140009](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140009)
- Fajary, F.R., Lee, H.S., Kubota, T., Bhanage, V., Pradana, R.P., Nimiya, H. & Putra, I.D.G.A. (2024).** Comprehensive spatiotemporal evaluation of urban growth, surface urban heat island, and urban thermal conditions on Java island of Indonesia and implications for urban planning. *Heliyon*, *10*(13), e33708. DOI: [10.1016/j.heliyon.2024.e33708](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e33708)
- Fang, Q., Liu, C., Ren, Z., Fu, Y., Fan, H., Wang, Y. & Yu, Z. (2024).** Spatiotemporal Analysis of Surface Urban Heat Island Dynamics in Central Yunnan City Cluster. *Sustainability*, *16*(11), 4819. DOI: [10.3390/su16114819](https://doi.org/10.3390/su16114819)
- Gorai, N., Bandyopadhyay, J., Halder, B., Ahmed, M. F., Molla, A.H. & Lei, T.M.T. (2024).** Spatio-Temporal Variation in Landforms and Surface Urban Heat Island in Riverine Megacity. *Sustainability*, *16*(8), 3383. DOI: [10.3390/su16083383](https://doi.org/10.3390/su16083383)
- Grimmond, S. (2007).** Urbanization and global environmental change: Local effects of urban warming. *Geographical Journal*, *173*(1). DOI: [10.1111/j.1475-4959.2007.232_3.x](https://doi.org/10.1111/j.1475-4959.2007.232_3.x)
- He, B. J., Wang, J., Liu, H. ve Ulpiani, G. (2021).** Localized synergies between heat waves and urban heat islands: Implications on human thermal comfort and urban heat management. *Environmental Research*, *193*. DOI: [10.1016/j.envres.2020.110584](https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110584)
- Hu, K., Yang, X., Zhong, J., Fei, F. ve Qi, J. (2017).** Spatially Explicit Mapping of Heat Health Risk Utilizing Environmental and Socioeconomic Data. *Environmental Science and Technology*, *51*(3). DOI: [10.1021/acs.est.6b04355](https://doi.org/10.1021/acs.est.6b04355)
- Johnson, D.P., Wilson, J.S. & Lubert, G.C. (2009).** Socioeconomic indicators of heat-related health risk supplemented with remotely sensed data. *International Journal of Health Geographics*, *8*. DOI: [10.1186/1476-072X-8-57](https://doi.org/10.1186/1476-072X-8-57)
- Kasniza Jumari, N.A.S., Ahmed, A.N., Huang, Y.F., Ng, J.L., Koo, C.H., Chong, K.L., Sherif, M. & Elshafie, A. (2023).** Analysis of urban heat islands with landsat satellite images and GIS in Kuala Lumpur Metropolitan City. *Heliyon*, *9*(8). DOI: [10.1016/j.heliyon.2023.e18424](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e18424)
- Khan, N. ve Shahid, S. (2024).** Urban heat island effect and its drivers in large cities of Pakistan. *Theoretical and Applied Climatology*, *155*(6), 5433–5452. DOI: [10.1007/s00704-024-04959-x](https://doi.org/10.1007/s00704-024-04959-x)
- Kim, J. H., Gu, D., Sohn, W., Kil, S. H., Kim, H. ve Lee, D. K. (2016).** Neighborhood landscape spatial patterns and land surface temperature: An empirical study on single-family residential areas in Austin, Texas. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *13*(9). DOI: [10.3390/ijerph13090880](https://doi.org/10.3390/ijerph13090880)
- Kim, M., Lee, K. & Cho, G.H. (2017).** Temporal and spatial variability of urban heat island by geographical location: A case study of Ulsan, Korea. *Building and Environment*, *126*. DOI: [10.1016/j.buildenv.2017.10.023](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.10.023)
- Kovats, R.S. & Hajat, S. (2008).** Heat stress and public health: A critical review. *Annual Review of Public Health*, *29*. DOI: [10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090843](https://doi.org/10.1146/annurev.publhealth.29.020907.090843)
- Landsberg, H.E. (1981).** *The urban climate*. Academic press.
- Li, X., Zhou, Y., Yu, S., Jia, G., Li, H. & Li, W. (2019).** Urban heat island impacts on building energy consumption: A review of approaches and findings. *In Energy* *174*. DOI: [10.1016/j.energy.2019.02.183](https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.02.183)
- Liou, Y.A., Tran, D.P. & Nguyen, K.A. (2024).** Spatio-temporal patterns and driving forces of surface urban heat island in Taiwan. *Urban Climate*, *53*. DOI: [10.1016/j.uclim.2024.101806](https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.101806)
- Liu, D., Zhou, R., Ma, Q., He, T., Fang, X., Xiao, L., Hu, Y., Li, J., Shao, L. & Gao, J. (2024).** Spatio-

- temporal patterns and population exposure risks of urban heat island in megacity Shanghai, China. *Sustainable Cities and Society*, **108**, 105500. DOI: [10.1016/j.scs.2024.105500](https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105500)
- Liu, J., Wu, J., Yang, Y., Zhang, B. & Yin, L. (2024).** Exploring the spatiotemporal impacts of urban green space patterns on the core area of urban heat island. *Ecological Indicators*, **166**, 112254. DOI: [10.1016/j.ecolind.2024.112254](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.112254)
- Liu, S., Shi, K., Wu, Y. & Cui, Y. (2023).** Suburban greening and suburbanization changing surface urban heat island intensity in China. *Building and Environment*, **228**. DOI: [10.1016/j.buildenv.2022.109906](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109906)
- Liu, Y., An, Z. & Ming, Y. (2024).** Simulating influences of land use/land cover composition and configuration on urban heat island using machine learning. *Sustainable Cities and Society*, **108**, 105482. DOI: [10.1016/j.scs.2024.105482](https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105482)
- Mo, Y., Bao, Y., Wang, Z., Wei, W. & Chen, X. (2024).** Spatial coupling relationship between architectural landscape characteristics and urban heat island in different urban functional zones. *Building and Environment*, **257**, 111545. DOI: [10.1016/j.buildenv.2024.111545](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111545)
- Modi, T., Ghosh, T., Ali, D., Alarifi, S., Choudhary, N., Kumar, P., Patel, A., Gupta, N., Niazi, P. & Yadav, V.K. (2024).** Geospatial evaluation of normalized difference vegetation index (NDVI) and urban heat island: a spatio-temporal study of Gandhinagar City, Gujarat, India. *Geomatics, Natural Hazards and Risk*, **15**(1). DOI: [10.1080/19475705.2024.2356214](https://doi.org/10.1080/19475705.2024.2356214)
- Mohajerani, A., Bakaric, J. & Jeffrey-Bailey, T. (2017).** The urban heat island effect, its causes, and mitigation, with reference to the thermal properties of asphalt concrete. In *Journal of Environmental Management* **197**. DOI: [10.1016/j.jenvman.2017.03.095](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.095)
- Oke, T.R. (1982).** The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, **108**(455). DOI: [10.1002/qj.49710845502](https://doi.org/10.1002/qj.49710845502)
- Oukawa, G. Y., Krecl, P., Targino, A. C. & Batista, L. F. A. (2024).** Advantages of modeling the urban heat island intensity: A tool for implementing nature-based solutions. *Sustainable Cities and Society*, **102**. DOI: [10.1016/j.scs.2024.105204](https://doi.org/10.1016/j.scs.2024.105204)
- Peng, J., Qiao, R., Wang, Q., Yu, S., Dong, J. & Yang, Z. (2024).** Diversified evolutionary patterns of surface urban heat island in new expansion areas of 31 Chinese cities. *Npj Urban Sustainability*, **4**(1). DOI: [10.1038/s42949-024-00152-1](https://doi.org/10.1038/s42949-024-00152-1)
- Peng, S., Feng, Z., Liao, H., Huang, B., Peng, S. & Zhou, T. (2019).** Spatial-temporal pattern of, and driving forces for, urban heat island in China. *Ecological Indicators*, **96**. DOI: [10.1016/j.ecolind.2018.08.059](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.08.059)
- Pritipadmaja, Garg, R.D. & Sharma, A.K. (2023).** Assessing the Cooling Effect of Blue-Green Spaces: Implications for Urban Heat Island Mitigation. *Water*, **15**(16), 2983. DOI: [10.3390/w15162983](https://doi.org/10.3390/w15162983)
- Qi, L., Hu, Y., Bu, R., Li, B., Gao, Y. & Li, C. (2024).** Evaluation of the Thermal Environment Based on the Urban Neighborhood Heat/Cool Island Effect. *Land*, **13**(7), 933. DOI: [10.3390/land13070933](https://doi.org/10.3390/land13070933)
- Rajeswari, J.R., Fountoukis, C., Siddique, A., Moosakutty, S., Mohieldeen, Y., Ayoub, M.A. & Alfara, M.R. (2024).** Urban heat island phenomenon in a desert, coastal city: The impact of urbanization. *Urban Climate*, **56**, 102016. DOI: [10.1016/j.uclim.2024.102016](https://doi.org/10.1016/j.uclim.2024.102016)
- Renc, A. & Lupikasza, E. (2024).** Changes in the surface urban heat island between 1986 and 2021 in the polycentric Górnoolśląsko-Zagłębiowska Metropolis, southern Poland. *Building and Environment*, **247**. DOI: [10.1016/j.buildenv.2023.110997](https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110997)
- Rinchumphu, D., Srivanit, M., Iamchuen, N. & Aryupong, C. (2024).** Exploring Summer Variations of Driving Factors Affecting Land Use Zoning Based on the Surface Urban Heat Island in Chiang Mai, Thailand. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, **13**(7), 228. DOI: [10.3390/ijgi13070228](https://doi.org/10.3390/ijgi13070228)
- Santamouris, M. (2015).** Analyzing the heat island magnitude and characteristics in one hundred Asian and Australian cities and regions. *Science of the Total Environment*, **512-513**, 582-598. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2015.01.060](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.01.060)
- Schaefer, M., Ebrahimi Salari, H., Köckler, H. & Thinh, N.X. (2021).** Assessing local heat stress and air quality with the use of remote sensing and pedestrian perception in urban microclimate simulations. *Science of the Total Environment*, **794**, 148709. DOI: [10.1016/j.scitotenv.2021.148709](https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148709)
- Semenzato, P. & Bortolini, L. (2023).** Urban Heat Island Mitigation and Urban Green Spaces: Testing a Model in the City of Padova (Italy). *Land*, **12**(2), 476. DOI: [10.3390/land12020476](https://doi.org/10.3390/land12020476)
- Singh, P., Verma, P., Chaudhuri, A.S., Singh, V.K. & Rai, P.K. (2024).** Evaluating the relationship between Urban Heat Island and temporal change in land use, NDVI and NDBI: a case study of

- Bhopal city, India. *International Journal of Environmental Science and Technology*, *21*(3). DOI: 10.1007/s13762-023-05141-y
- Siswanto, S., Nuryanto, D.E., Ferdiansyah, M.R., Prastiwi, A.D., Dewi, O.C., Gamal, A. & Dimiyati, M. (2023).** Spatio-temporal characteristics of urban heat Island of Jakarta metropolitan. *Remote Sensing Applications: Society and Environment*, *32*, 101062. DOI: 10.1016/j.rsase.2023.101062
- Stone, B., Vargo, J. & Habeeb, D. (2012).** Managing climate change in cities: Will climate action plans work? *Landscape and Urban Planning*, *107*(3). DOI: 10.1016/j.landurbplan.2012.05.014
- Tang, X., Huang, X., Tian, J., Jiang, Y., Ding, X. & Liu, W. (2024).** A spatiotemporal framework for the joint risk assessments of urban flood and urban heat island. *International Journal of Applied Earth Observation and Geoinformation*, *127*. DOI: 10.1016/j.jag.2024.103686
- Tanoori, G., Soltani, A. & Modiri, A. (2024).** Machine Learning for Urban Heat Island (UHI) Analysis: Predicting Land Surface Temperature (LST) in Urban Environments. *Urban Climate*, *55*, 101962. DOI: 10.1016/j.uclim.2024.101962
- Thambawita, T., Munasinghe, D. & Yapa, L. (2023).** Identification of Urban Heat Island Effect on Land Use Land Cover Changes. *Journal of Geospatial Surveying*, *3*(2), 43-53. DOI: 10.4038/jgs.v3i2.50
- Tomlinson, C.J., Chapman, L., Thornes, J.E. & Baker, C.J. (2011).** Including the urban heat island in spatial heat health risk assessment strategies: A case study for Birmingham, UK. *International Journal of Health Geographics*, *10*. DOI: 10.1186/1476-072X-10-42
- Tzoulas, K., Korpela, K., Venn, S., Yli-Pelkonen, V., Kaźmierczak, A., Niemela, J. & James, P. (2007).** Promoting ecosystem and human health in urban areas using Green Infrastructure: A literature review. *In Landscape and Urban Planning* *81*(3), 167-178. DOI: 10.1016/j.landurbplan.2007.02.001
- Wang, J., Huang, B., Fu, D., Atkinson, P.M. & Zhang, X. (2016).** Response of urban heat island to future urban expansion over the Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan area. *Applied Geography*, *70*. DOI: 10.1016/j.apgeog.2016.02.010
- Wang, S.Y., Ou, H.Y., Chen, P.C. & Lin, T.P. (2024).** Implementing policies to mitigate urban heat islands: Analyzing urban development factors with an innovative machine learning approach. *Urban Climate*, *55*, 101868. DOI: 10.1016/j.uclim.2024.101868
- Wang, X., Chen, Y., Wang, Z., Xu, B. ve Feng, Z. (2024).** Multi-Temporal Analysis of the Impact of Summer Forest Dynamics on Urban Heat Island Effect in Yan'an City. *Sustainability*, *16*(8), 3473. DOI: 10.3390/su16083473
- Wenqian, J., Guoyu, R., Fengjun, J., Jiajun, H. ve Panfeng, Z. (2023).** Spatial-temporal characteristics of the urban heat island effect in Xiamen, China. *Urban Climate*, *52*, 101725. DOI: 10.1016/j.uclim.2023.101725
- Wu, B., Zhang, Y., Wang, Y., He, Y., Wang, J., Wu, Y., Lin, X. & Wu, S. (2024).** Mitigation of urban heat island in China (2000–2020) through vegetation-induced cooling. *Sustainable Cities and Society*, *112*, 105599. DOI: 10.1016/j.scs.2024.105599
- Xi, Y., Wang, S., Zou, Y., Zhou, X. C. ve Zhang, Y. (2024).** Seasonal surface urban heat island analysis based on local climate zones. *Ecological Indicators*, *159*, 111669. DOI: 10.1016/j.ecolind.2024.111669
- Xu, D., Wang, Y., Zhou, D., Wang, Y., Zhang, Q. & Yang, Y. (2024).** Influences of urban spatial factors on surface urban heat island effect and its spatial heterogeneity: A case study of Xi'an. *Building and Environment*, *248*, 111072. DOI: 10.1016/j.buildenv.2023.111072
- Xu, H., Li, C., Hu, Y., Wang, H., Wen, D., Li, Z., Ping, X., Wang, Q. & Li, Q. (2024).** Spatiotemporal evolution and influencing factors of surface urban heat island footprint across different-sized cities. *Urban Climate*, *54*, 101852. DOI: 10.1016/j.uclim.2024.101852
- Xu, Y., Jia, R., Liu, J., Han, D., He, T., Xu, X., Liu, L., Sun, Z. & Qiao, Z. (2024).** The population exposure risk of urban heat island effect: From the perspective of urban spatial expansion in China. *Building and Environment*, *258*, 111565. DOI: 10.1016/j.buildenv.2024.111565
- Yang, H., Wu, Z., Dawson, R.J., Barr, S., Ford, A. & Li, Y. (2024).** Quantifying surface urban heat island variations and patterns: Comparison of two cities in three-stage dynamic rural–urban transition. *Sustainable Cities and Society*, *109*, 105538. DOI: 10.1016/j.scs.2024.105538
- Yin, Z., Liu, Z., Liu, X., Zheng, W. & Yin, L. (2023).** Urban heat islands and their effects on thermal comfort in the US: New York and New Jersey. *Ecological Indicators*, *154*, 110765. DOI: 10.1016/j.ecolind.2023.110765
- Yuan, D., Zhang, L., Fan, Y., Sun, W., Fan, D. & Zhao, X. (2024).** Spatio-Temporal Analysis of Surface

- Urban Heat Island and Canopy Layer Heat Island in Beijing. *Applied Sciences*, **14**(12), 5034. DOI: [10.3390/app14125034](https://doi.org/10.3390/app14125034)
- Yuan, S., Ren, Z., Shan, X., Deng, Q. & Zhou, Z. (2023).** Seasonal different effects of land cover on urban heat island in Wuhan's metropolitan area. *Urban Climate*, **49**, 101547. DOI: [10.1016/j.uclim.2023.101547](https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101547)
- Zhang, H., Wang, C., Yang, H. & Ma, Z. (2024).** How do morphology factors affect urban heat island intensity? an approach of local climate zones in a fast-growing small city, Yangling, China. *Ecological Indicators*, **161**, 111972. DOI: [10.1016/j.ecolind.2024.111972](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111972)
- Zhang, L., Luo, F., Pan, G., Zhang, W., Ren, G., Zheng, Z. & Yang, Y. (2024).** Elucidating the Multi-Timescale Variability of a Canopy Urban Heat Island by Using the Short-Time Fourier Transform. *Geophysical Research Letters*, **51**(1), 1-11. DOI: [10.1029/2023GL106221](https://doi.org/10.1029/2023GL106221)
- Zhao, H. X. ve Magoulès, F. (2012).** A review on the prediction of building energy consumption. In *Renewable and Sustainable Energy Reviews* **16**(6), 3586-3592. DOI: [10.1016/j.rser.2012.02.049](https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.02.049)
- Zhao, M., Cai, H., Qiao, Z. ve Xu, X. (2016).** Influence of urban expansion on the urban heat island effect in Shanghai. *International Journal of Geographical Information Science*, **30**(12), 2421-2441. DOI: [10.1080/13658816.2016.1178389](https://doi.org/10.1080/13658816.2016.1178389)
- Zhao, Z., Li, W., Zhang, J. ve Zheng, Y. (2024).** Constructing an urban heat island network based on connectivity perspective: A case study of Harbin, China. *Ecological Indicators*, **159**, 111665. DOI: [10.1016/j.ecolind.2024.111665](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2024.111665)
- Zuo, W., Ren, Z., Shan, X., Zhou, Z. ve Deng, Q. (2024).** Analysis of Urban Heat Island Effect in Wuhan Urban Area Based on Prediction of Urban Underlying Surface Coverage Type Change. *Advances in Meteorology*, **2024**, 1-19. DOI: [10.1155/2024/4509221](https://doi.org/10.1155/2024/4509221)