



Kentsel Isı Adası Etkisini Azaltmaya Yönelik Politika ve Planlama Yaklaşımları: İstanbul ve Tokyo Kentleri Üzerinden Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme

Policy and Planning Approaches for Mitigating the Urban Heat Island Effect: A Comparative Assessment through the Cities of Istanbul and Tokyo

Esmâ CİN¹

Nur Sinem PARTİGÖÇ ŞÜYÜN²

Öne Çıkanlar

- Kentsel ısı adası (KIA) etkisi, doğal değişkenler ile yapısal çevrede meydana gelen insan faaliyetlerinin karmaşık bir etkileşimi sonucu ortaya çıkmaktadır.
- Kentsel ısı adası etkisiyle mücadelede, Tokyo kenti örneğinde proaktif, teknoloji odaklı ve güçlü yönetim yapısına dayalı yaklaşım benimsenirken; İstanbul kenti örneğinde parçalı ve reaktif planlama anlayışına kıyasla çok daha etkili sonuçlar üretmektedir.
- Kentsel ısı adası etkisi ile mücadele süreçlerinde bu etkiyi azaltmak ve termal konforu artırmak ancak disiplinler arası iş birliği, güçlü yerel yönetim ve bilimsel veriye dayalı uzun vadeli stratejilerle mümkün olabilecektir.

Öz

Kentsel ısı adası (KIA) etkisi, özellikle yapı ve nüfus yoğunluğunun fazla olduğu metropoliten kentlerde doğal ekosistemler, insan sağlığı ve enerji tüketimi üzerinde ciddi olumsuz etkilere sahip önemli bir çevre sorunudur. Zaman içerisinde özellikle kentsel alanlar ve yakın çevresinde doğal ve yapısal çevre unsurlarının ivme kazandırdığı bu sorun, kentsel üretim, tüketim, yapılaşma ve altyapı faaliyetlerinin tetiklediği ve kent sakinlerinin yaşam kalitesini kritik düzeyde etkileyen bir niteliğe sahiptir. Bu noktadan hareketle, çalışmanın amacı günümüzde giderek artan bir öneme sahip olan bir mikro klima fenomeni olarak KIA etkisi ile mücadele süreçlerinde hayata geçirilen uygulama örneklerinin karşılaştırmalı bir değerlendirmesi olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında ulusal ve uluslararası düzeyde yürütülen ve belli başlı parametreler açısından başarılı ve başarısız olarak değerlendirilen uygulama örnekleri incelenmiştir. Bu örnekler arasından İstanbul kenti (Türkiye) ve Tokyo kenti (Japonya) özelinde 5 alt konu başlığında (politika ve planlama çerçevesi, yeşil altyapı ve yeşil alanların planlanması, suyla soğutma ve açık su yüzeyleri, yapısal ve malzeme bazlı çözümler ile ulaşım ve hareketlilik politikaları) karşılaştırmalı değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda, Tokyo kentinin proaktif, teknoloji odaklı ve güçlü yönetim yapısı sayesinde KIA etkisini daha etkin yönettiğini ortaya koyarken; İstanbul kentinde ise parçalı, reaktif ve merkezi planlamaya dayalı yaklaşımların KIA etkisinin şiddetlenmesine neden olduğunu göstermektedir. Ayrıca, edinilen bulgular KIA etkisini azaltmak için disiplinler arası iş birliği, bilimsel veriye dayalı uzun vadeli stratejiler, iklim duyarlı tasarım ilkeleri ve sürdürülebilir kentsel planlamanın benimsenmesi gerektiği sonucuna varmaktadır.

Anahtar Kelimeler Kentsel ısı adası (KIA), termal konfor, iklim duyarlı tasarım, sürdürülebilir kentsel gelişme, şehir planlama

Makale Künyesi Cin, E. ve Partigöç Şüyün, N. S. (2025). Kentsel ısı adası etkisini azaltmaya yönelik politika ve planlama yaklaşımları: İstanbul ve Tokyo kentleri üzerinden karşılaştırmalı bir değerlendirme, *Urban 21 Journal*, 3(2), 98-126

¹ Lisans Öğrencisi, Pamukkale Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, eesma.cin@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-9069-1467>

² Sorumlu Yazar: Doçent Doktor, Pamukkale Üniversitesi, Mimarlık ve Tasarım Fakültesi, Şehir ve Bölge Planlama Bölümü, npartigoc@pau.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9905-2761



Urban Policy and Planning Approaches for Mitigating the Urban Heat Island Effect: A Comparative Assessment through the Cities of Istanbul and Tokyo

Kentsel Isı Adası Etkisini Azaltmaya Yönelik Politika ve Planlama Yaklaşımları: İstanbul ve Tokyo Kentleri Üzerinden Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme

Esmâ CİN¹

Nur Sinem PARTİGÖÇ ŞÜYÜN²

Highlights

- The Urban Heat Island (UHI) effect arises from a complex interplay of natural variables and anthropogenic activities within the built environment.
- In combating the UHI effect, the proactive, technology-oriented, and robust governance approach exemplified by the city of Tokyo yields significantly more effective outcomes compared to the fragmented and reactive planning paradigm observed in the case of Istanbul.
- Within UHI mitigation processes, effectively reducing this phenomenon and enhancing thermal comfort can only be achieved through interdisciplinary collaboration, robust local governance, and long-term, evidence-based strategies.

Abstract

The urban heat island (UHI) effect is a significant environmental issue, particularly in metropolitan areas with high structural and population density, which has serious adverse impacts on natural ecosystems, human health, and energy consumption. Over time, this problem has been intensified by natural and built-environment factors—such as natural disasters, climate change, industrialization, and urbanization—particularly in and around urban areas. It is further exacerbated by urban production, consumption, construction, and infrastructure activities, critically affecting the quality of life of urban residents. In light of this, the aim of this study is to conduct a comparative assessment of implementation examples developed to combat the UHI effect—an increasingly critical microclimatic phenomenon. The study examines both national and international applications that have been evaluated as successful or unsuccessful based on specific parameters. From among these examples, a comparative evaluation is carried out between the cities of Istanbul (Turkey) and Tokyo (Japan) under five sub-themes: policy and planning frameworks, green infrastructure and green space planning, water-based cooling and open water surfaces, structural and material-based solutions, and transportation and mobility policies. The findings reveal that Tokyo has managed the UHI effect more effectively due to its proactive, technology-oriented approach and strong governance structure. In contrast, Istanbul's fragmented, reactive, and centrally-planned approaches have contributed to the intensification of the UHI effect. Furthermore, the results underscore the necessity of interdisciplinary collaboration, long-term strategies grounded in scientific data, climate-sensitive design principles, and sustainable urban planning to mitigate the urban heat island effect.

Keywords

Urban heat island (UHI), thermal comfort, climate-responsive design, sustainable urban development, urban planning

Article Info

Cin, E. ve Partigöç Şüyün, N. S. (2025). Kentsel ısı adası etkisini azaltmaya yönelik politika ve planlama yaklaşımları: İstanbul ve Tokyo kentleri üzerinden karşılaştırmalı bir değerlendirme, *Urban 21 Journal*, 3(2), 98-126

¹ Undergraduate Student, Department of City and Regional Planning, Faculty of Architecture and Design, Pamukkale University, eesma.cin@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0006-9069-1467>

² **Corresponding Author:** Assoc. Prof., Department of City and Regional Planning, Faculty of Architecture and Design, Pamukkale University, npartigoc@pau.edu.tr, ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9905-2761>

Giriş

Sanayileşmenin başlamasıyla birlikte, özellikle kentsel alanlarda antropojenik faaliyetlerin neden olduğu sera gazı emisyonlarında sürekli bir artış ve yoğunlaşma eğilimi gözlemlenmiştir. Bu eğilim, sera gazı etkisini şiddetlendirerek atmosferik sıcaklık artışlarının küresel ortalamaların üzerine çıkmasına yol açmıştır. Ortalama değerleri aşan bu sıcaklık artışları, doğal ekosistemler ve insan sağlığı üzerinde hem doğrudan hem de dolaylı olarak zararlı sonuçlar doğurmakta olup, acil ve etkili önlemler alınmasını gerektiren kritik bir sorun olarak karşımıza çıkmaktadır (Stewart ve Oke, 2012). Nitekim, günümüzde küresel iklim değişikliğiyle bağlantılı aşırı hava olayları, düzensiz yağış rejimleri, buzul erimeleri ve deniz seviyelerinin yükselmesi gibi birçok afetin ortaya çıkış sürecinde, kirlenici emisyonların beklenen düzeyi aşan artışından kaynaklanan sera gazı etkisi, Birleşmiş Milletler tarafından da ifade edildiği üzere, bir 'tehdit çarpanı' niteliği taşımaktadır (Birleşmiş Milletler, 2022).

Kentleşme faaliyetleri, yürütüldükleri yapıli çevreyi doğrudan dönüştürerek doğal çevre unsurları üzerinde derin bir etki yaratmaktadır. Bu etkileşime örnek olarak endüstriyel üretim sonucu ortaya çıkan yüksek kirlenici konsantrasyonlarının neden olduğu hava kirliliği, plansız yapılaşmanın yol açtığı afete duyarlı ve güvensiz fiziksel çevre sorunları ve iklim değişikliğine bağlı olarak sıcaklık ve yağış rejimlerindeki değişimlerin afet olaylarının sıklığını ve şiddetini artırması gösterilebilir. Tüm bu faktörlerin bir sonucu olarak ortaya çıkan kentsel ısı adası etkisi (KIA) ise, kentsel üretim, tüketim, yapılaşma ve altyapı faaliyetlerinin tetiklediği ve kent sakinlerinin yaşam kalitesini kritik düzeyde olumsuz etkileyen önemli bir sorun olarak öne çıkmaktadır (Oke, 1982).

İşte bu noktadan hareketle, çalışmanın amacı günümüzde giderek artan bir öneme sahip olan bir mikro klima fenomeni olarak kentsel ısı adası etkisi ile mücadele süreçlerinde hayata geçirilen uygulama örneklerinin karşılaştırmalı bir değerlendirmesi olarak belirlenmiştir. Çalışma kapsamında ulusal ve uluslararası düzeyde yürütülen ve belli başlı parametreler açısından başarılı ve başarısız olarak değerlendirilen uygulama örnekleri incelenmiştir. Bu örnekler arasından İstanbul kenti (Türkiye) ve Tokyo kenti (Japonya) özelinde 5 alt konu başlığında (politika ve planlama çerçevesi, yeşil altyapı ve yeşil alanların planlanması, suyla soğutma ve açık su yüzeyleri, yapısal ve malzeme bazlı çözümler ile ulaşım ve hareketlilik politikaları) karşılaştırmalı değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda, kentsel ısı adası etkisinin azaltılması ve termal konforun artırılmasına yönelik farklı meslek disiplinleri perspektifinden politikalar ve stratejiler üretilmiştir.

Çalışmanın ilgili literatüre sağlayacağı önemli katkılar vardır. Bunlardan ilki, kentsel ısı adası (KIA) etkisi ile mücadelede uygulanan politika ve planlama yaklaşımlarının etkinliğini sistematik bir şekilde değerlendirmektir. Diğerleri ise, iklim değişikliği ile mücadelede bütünleşik azaltım stratejilerinin geliştirilmesi sürecinde ilgili literatürde eksikliği saptanan konular arasında yer alan şehir planlama perspektifinin yansıtılması ve disiplinler arası bir bakış açısıyla detaylı karşılaştırmalı analizlerin yapılmasıdır. Çalışmada ortaya konulan temel problem,

kentleşme, sanayileşme ve iklim değişikliği gibi dinamiklerin tetiklediği kentsel ısı adası etkisinin kentsel yaşam kalitesi, enerji tüketimi ve çevresel sürdürülebilirlik gibi belli başlı konularda önemli bir tehdit unsuru oluşturmasıdır.

Bu noktadan hareketle çalışma kapsamında cevap aranılan sorular şu şekilde sıralanabilir: (a) KIA etkisini azaltmak adına hangi politikalar ve planlama yaklaşımları etkili olacaktır? (b) İstanbul ve Tokyo gibi farklı niteliklere sahip metropoller KIA etkisiyle mücadele stratejileri bakımından karşılaştırmalı bir değerlendirmeye alınabilir mi? (c) Hangi faktörler bu stratejilerin başarısını veya başarısızlığını etkilemektedir? Karşılaştırmalı analiz yönteminin uygulandığı bu çalışmada öne çıkan hipotezler ise şunlardır: (1) Kentsel ısı adası (KIA) etkisi, doğal değişkenler ile yapıli çevrede meydana gelen insan faaliyetlerinin karmaşık bir etkileşimi sonucu ortaya çıkmaktadır. (2) Kentsel ısı adası etkisiyle mücadelede, Tokyo kenti örneğinde proaktif, teknoloji odaklı ve güçlü yönetim yapısına dayalı yaklaşım benimserken; İstanbul kenti örneğinde parçalı ve reaktif planlama anlayışına kıyasla çok daha etkili sonuçlar üretmektedir. (3) Kentsel ısı adası etkisi ile mücadele süreçlerinde bu etkiyi azaltmak ve termal konforu artırmak ancak disiplinler arası iş birliği, güçlü yerel yönetim ve bilimsel veriye dayalı uzun vadeli stratejilerle mümkün olabilecektir.

1. Kentsel Isı Adası (KIA) ile Doğal ve Yapılı Çevre Unsurlarının İlişkisi

Kentlerdeki hızlı nüfus artışı sonucu, bitki örtüsü, su kütleleri ve tarım arazileri gibi doğal peyzaj alanları geçirimsiz yüzeylere ve kentsel altyapı alanlarına dönüşmektedir. Bu dönüşüm sonucunda ise bitki örtüsünün en büyük faydalarından olan terleme ve buharlaşma döngüsü azalmakta, güneş radyasyon emilimi de artmaktadır. Bu durum, yerel ve bölgesel iklimi olumsuz yönde etkileyerek kentsel ve kırsal alanlardaki sıcaklık farkı olarak ifade edilen kentsel ısı adası (KIA) oluşumunu artırmaktadır (Duman Yüksel ve Yılmaz, 2008). Yerel ölçekte küresel iklim değişikliğinin bir yansıması olarak değerlendirilen kentsel ısı adası oluşumu, özellikle yoğun nüfus ve yapı stoğunun yer aldığı büyük kentlerde ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Kentsel ısı adası, kış aylarında nispeten ılık bir hava sağlayarak kentliler için termal konfor bakımından pozitif bir rol oynarken; yaz aylarında insan sağlığını olumsuz etkilemekte ve termal konfor bakımından negatif bir rol oynamaktadır. Bunun yanı sıra, iklim değişikliğinin yaygın gözlenen sonuçları arasında yer alan hava kirliliğine, rüzgâr, nem ve yağış rejimlerinde değişikliğe neden olmaktadır.

Kentsel ısı adası etkisi, yapıli çevre unsurları (bina yoğunluğu, malzeme özellikleri, kentsel geometri, vb.) ile doğal çevre unsurları (bitki örtüsü, su varlığı, topografya, vb.) arasındaki dinamik etkileşim bağlamında belirlenmektedir. Başka bir deyişle, kentsel ısı adası etkisi, doğal değişkenler ile yapıli çevrede meydana gelen insan faaliyetlerinin karmaşık bir etkileşimi sonucu ortaya çıkmaktadır. Bunun sonucunda doğal bitki örtüsünün yerini alan geçirimsiz yüzeylerin güneş ışınlarını daha fazla emerek sıcaklık artışına neden olmasıyla ortaya çıkan albedo etkisi, su kütlelerinin azalması sonucunda kentsel alanlarda termal düzenleme kapasitesinin düşmesiyle ortaya çıkan termal atalet, partikül madde birikimi sonucunda güneş

radyasyonunu hapsederek ısı adası etkisinin güçlenmesine neden olan hava kirliliği gibi önemli dışsallıklar ortaya çıkmaktadır (Nuruzaman, 2015).

Kentsel ısı adası oluşumunda, her kente özgü ekolojik, sosyal, ekonomik ve morfolojik özellikler belirleyici rol oynamaktadır. Oke (1973), kentsel ısı adası yoğunluğu ile nüfus büyüklüğü arasındaki ilişkiye dayalı olarak beklenen maksimum ısı adası etkisini hesaplamaya yönelik çalışmalar gerçekleştirmiştir. Mills (2008) ise KIA oluşum sürecini dört ana bileşen üzerinden açıklamaktadır. Bu bileşenler, antropojenik ısı salınımı (insan faaliyetlerinden kaynaklanan termal enerji emisyonları), kentsel geometrinin radyatif soğuma üzerindeki etkisi (yapılaşma desenlerinin uzun dalga radyasyon dengesini bozması), kentsel pürüzlülüğün aerodinamik etkileri (yüzey pürüzlülüğünün atmosferik sınır tabaka dinamiklerini değiştirmesi) ve evapotranspirasyon potansiyelindeki azalma (yeşil alan kaybına bağlı buharlaşma-terleme kapasitesinin düşmesi) şeklinde sıralanabilir. Nuruzaman (2015), KIA oluşum mekanizmalarında etkili olan faktörleri şu şekilde listelemektedir: Düşük albedolu yüzey materyallerinin termal etkisi (kentsel malzemelerin yüksek ısı tutma kapasitesi), atmosferik hapsedme mekanizması (kent kanyonlarında ısının hapsolması), konvektif soğuma kısıtlamaları (yapısal engeller nedeniyle rüzgar hızında azalma), kentsel kanopi etkisi (bina yoğunluğuna bağlı ısı birikimi), biyofiziksel soğutma kaybı (bitki örtüsü azalmasına bağlı evapotranspirasyon kapasitesinde düşüş), mekanik soğutma sistemlerinin termal yükü (HVAC sistemlerinden atmosfere atık ısı salınımı) ve antropojenik sera gazı emisyonları (CO₂ konsantrasyonundaki artışın radyatif forsing etkisi).

Kentsel ısı adası etkisi ile doğal çevre unsurlarının ilişkisi incelendiğinde ön plana çıkan temel bileşenler şunlardır:

- **Arazi kullanım deseni değişimi:** Kentsel alanlardaki arazi kullanım değişiklikleri, kentsel ısı adası etkisinin şiddetini doğrudan etkilemektedir. Tarım ve orman arazilerinin yapay yüzeylere dönüşmesi sonucunda yüzey sıcaklıkları artmaktadır. CORINE verilerine göre, Türkiye’de 1990-2018 yılları arasında yapay yüzeylerin oranı %0,91’den 1,97’ye yükselmiştir (Ünal ve Karaca, 2025). Bu dönüşüm, özellikle İstanbul ve Ankara gibi büyükşehirlerde daha belirgin biçimde kendini göstermektedir.
- **Topografya ve yer şekilleri:** Kentlerin bulunduğu topografik yapı hava akımlarını ve sıcaklık dağılımını doğrudan etkilemektedir. Dağlık bölgelere kıyasla, vadi düzlüklerinde yer alan yerleşim alanlarında hava sirkülasyonu kısıtlı olduğundan kentsel ısı adası etkisi daha belirgin biçimde hissedilmektedir (Oke, 1982).
- **Su kütlelerinin varlığı:** Nehirler, göller ve denizler gibi su kütleleri termal ataletleri sayesinde kentsel alanların sıcaklıklarını düzenlemektedir. Buharlaşma süreciyle ortamdaki ısıyı emerek lokal iklimi yatıştırılmaktadır. Bu sebeple, su kütlelerine yakın kentlerde kentsel ısı adası etkisi iç bölgelere göre daha düşüktür (EPA, 2003).
- **Bitki örtüsü ve yeşil alanlar:** Bitki örtüsünün varlığı güneş radyasyonunu yansıtma (albedo) ve terleme (evapotranspirasyon) yoluyla soğutma sağlamaktadır. Ormanlık

alanlar veya geniş parklar kentsel ısıyı absorbe ederek mikro iklimi iyileştirirken; yeşil alanların az olduğu bölgelerde ise kentsel ısı adası etkisi daha yoğun gözlemlenmektedir (Kim, 1992).

- **Rüzgâr desenleri:** Hâkim rüzgâr yönü ve hızı kentsel ısının dağılımını belirlemektedir. Rüzgâr, sıcak hava kütlelerini taşıyarak kent içindeki sıcaklık birikimini önlemektedir ancak yüksek binalar rüzgârı engelleyerek kanyon etkisi yaratabilir ve ısı adasını şiddetlendirebilir (Alexander ve Mills, 2014).
- **Jeolojik yapı ve yüzey malzemeleri:** Toprağın ve kayaların termal iletkenlik özellikleri yüzey sıcaklıklarını etkilemektedir. Kumlu topraklar, ısıyı hızlı ileterek gece soğumasını artırırken, kil tabakaları ısıyı hapsedmektedir. Kentlerde beton ve asfalt gibi malzemelerin yaygın kullanımı ile artan geçirimsiz yüzeylerin varlığı bu doğal dengenin bozulmasına yol açmaktadır (Belgil, 1995).

Kentsel ısı adası etkisi ile yapı çevre unsurlarının ilişkisi incelendiğinde ön plana çıkan temel bileşenler ise şunlardır:

- **Yapılaşma yoğunluğu ve yüksek binalar:** Yapılaşma yoğunluğu kentsel ısı adası etkisini oluşturan en önemli etkenlerinden birisidir. Yüksek binalar, rüzgâr akışını engelleyerek hava sirkülasyonunu azaltmakta ve ısının hapsolmesine neden olmaktadır. Özellikle bitişik nizam yapılaşma biçimi, her ne kadar gölge etkisini arttırsa da yansıtıcı yüzeylerin azlığı nedeniyle termal emilimi arttırmaktadır (Oke, 1973). Yüksek binaların varlığı ise, güneş ışınlarının yüzeylerde uzun süre kalmasına yol açarak gece sıcaklıklarının düşmesini engellemektedir (Kolokotroni ve Giridharan, 2008).
- **Geçirimsiz yüzeyler:** Asfalt, beton ve benzeri malzemelerin kullanılması sonucunda oluşan geçirimsiz yüzeyler güneş enerjisini emerek gün boyunca ısıyı depolamakta ve gece yavaşça salmaktadır. Bu durum, kentsel alanlarda sıcaklık artışının sürekliliğine neden olmaktadır. Özellikle otoparklar, geniş caddeler ve endüstriyel alanlar gibi büyük geçirimsiz yüzeyler kentsel ısı adası etkisinin şiddetini arttıran başlıca unsurlar arasında yer almaktadır (Cheela vd., 2021).
- **Yeşil alanların azlığı:** Bitki örtüsünün varlığı buharlaşma ve terleme (evapotranspirasyon) yoluyla ortam sıcaklığını düşürmektedir. Ancak kentsel alanlarda yeşil alanların sayısının azalması bu doğal soğutma mekanizmasının zayıflamasına neden olmaktadır. Öyle ki, NDVI (Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü İndeksi) analizleri, bitki örtüsü yoğunluğu ile yüzey sıcaklığı arasında negatif bir korelasyon olduğu ortaya koymaktadır. Parklar, korular ve yeşil çatılar gibi uygulamalar, kentsel ısı adası etkisini azaltmada etkili stratejiler olarak ön plana çıkmaktadır (Gunawardena vd., 2017).
- **Yapı malzemelerinin termal özellikleri:** Yapı malzemelerinin albedo (yansıtma) değeri, kentsel ısı adası etkisini doğrudan etkilemektedir. Düşük albedolu malzemeler (koyu renkli çatılar, asfalt, vb.) güneş ışınlarını daha fazla emerken, yüksek albedolu malzemeler (açık renkli yüzeyler) yansıtmayı artıracak sıcaklık birikimini azaltmaktadır.

Özellikle çatı ve cephe kaplamalarında yansıtıcı malzemelerin kullanımı kentsel termal konforu iyileştiren unsurlar arasında yer almaktadır (Yang vd., 2011).

- **Kentsel morfoloji ve hava akışı:** Kentsel morfoloji, sokak genişliği, bina yüksekliği ve yönlenme gibi faktörlerle hava akışını etkilemektedir. Dar ve yüksek sokaklar kanyon etkisi yaratarak hava sirkülasyonunu kısıtlamakta ve ısı adası etkisini şiddetlendirmektedir. Buna karşılık, rüzgâr koridorları ve yeşil alanlarda desteklenmiş uygulamalar özellikler kentsel alanlarda termal rahatlama sağlamaktadır (Li vd., 2017).

Yerel ölçekte küresel iklim değişikliğinin bir yansıması olarak değerlendirilen kentsel ısı adası oluşumu, özellikle büyük kentlerde ciddi bir problem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu tespit doğrultusunda denilebilir ki, 2000'li yılların başından günümüze kadar gelen süreçte kentsel alanlarda gözlenen iklimsel koşullara yönelik çalışmaların, kent morfolojisi ile kentsel ısı adası etkisi arasındaki ilişkiyi ortaya koyacak biçimde kurgulanmış olması şaşırtıcı değildir. Bu kapsamda, zaman serisi içerisinde iklim verilerinin elde edilmesiyle başlayan analiz sürecinin sonunda, yapılı çevrede kentleşme dinamiklerini ve doğal çevrede sürdürülebilir ekosistem olgusunu dikkate alan politikalar, stratejiler ve eylem planlarının üretilmesi söz konusu olmaktadır. Üretilen bu politikalar, stratejiler ve eylem planlarının ulusal ve uluslararası düzeyde yasal dayanakları çalışma kapsamında incelenmiş olup, Tablo 1 ve 2'de sunulmuştur.

Tablo 1.

Uluslararası düzeyde yasal dayanaklar

Yıl	Adı	Kapsamı	Ülke/Bölge	KIA ilişkisi
1990	ICLEI (Local Governments for Sustainability)	Sürdürülebilir kentleşme için ağ oluşturma ve kapasite geliştirme.	125+ ülke	Kentsel ısı adası yönetimi için teknik rehberler ve iyi uygulama paylaşımı.
1990	Energy Cities (EC)	Yerel enerji dönüşümünü teşvik eden ağ.	30+ Avrupa ülkesi	Enerji verimli binalar ve yenilenebilir enerjiyle ısı adası etkisinin azaltılması.
1992	Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (UNFCCC)	İklim değişikliğiyle mücadele için sera gazı emisyonlarının azaltılması taahhüdü.	Küresel	Kentsel alanlarda iklim direncini planlama ve yeşil altyapıyı teşvik eder.
2005	C40 Cities Climate Leadership Group	Büyük kentlerin iklim eylemlerini koordine etme.	100+ megakent	Soğuk çatılar, yeşil koridorlar ve düşük emisyonlu ulaşım sistemleri.
2008	Covenant of Mayors (CoM)	Yerel yönetimlerin iklim değişikliğiyle mücadele taahhütleri.	AB ve katılımcı ülkeler	Kentsel ısı adasını azaltmak için enerji verimliliği ve yeşil altyapı projeleri.
2014	100 Resilient Cities (100RC)	Şehirlerin iklim direncini artırma programı.	Rockefeller Vakfı destekli	Isı dalgalarına karşı kentsel tasarım çözümleri.
2015	Paris Anlaşması	Küresel sıcaklık artışını 1,5°C ile sınırlama hedefi. Kentlerde adaptasyon ve mitigasyon stratejileri.	Küresel	Kentsel ısı adasını azaltmak için enerji verimli binalar ve yeşil şehir politikaları.

Tablo 1. (Devamı)

2016	Global Covenant of Mayors (GCoM)	CoM'un küresel genişlemesi. İklim ve enerji eylem planları.	Dünya çapında 10.000+ şehir	Isı adası etkisini azaltmaya yönelik yerel adaptasyon stratejileri.
2016	New Urban Agenda (Habitat III)	Sürdürülebilir kentleşme için kılavuz ilkeler. Yeşil alanların artırılması.	BM Üye Ülkeleri	Kentsel ısı adasını azaltmaya yönelik peyzaj ve ulaşım planlaması.
2018	EU Urban Agenda	AB şehirlerinde sürdürülebilir kalkınma politikaları.	AB üye ülkeleri	Kentsel ısı adası etkisini azaltmaya yönelik fon ve proje destekleri.
2019	Avrupa Birliği Yeşil Mutabakatı (EU Green Deal)	2050'ye kadar karbon nötr hedefi. Sürdürülebilir kentsel dönüşüm ve temiz enerji.	AB Ülkeleri	Geçirgen yüzeyler, yeşil çatılar ve düşük emisyonlu ulaşım sistemleri.
2021	AB İklim Uyum Stratejisi	Isı stresini azaltmak için yeşil altyapı ve enerji verimli bina politikaları.	AB Ülkeleri	Kentsel ısı adası etkisini hafifletmeye yönelik planlama kriterleri.

Kaynak: Kim, 1992; Jim, 2003; Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı, 2003; Nuruzzaman, 2015; Tokyo Büyükşehir Belediyesi, 2022; UN, 2022 kaynaklarından derlenerek yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Tablo 2.

Ulusal düzeyde yasal dayanaklar

Yıl	Adı	Kapsamı	Ülke/Bölge	KIA ilişkisi
1983	Çevre Kanunu (No. 2872)	Hava kalitesinin korunması ve ÇED zorunluluğu.	Tüm Türkiye	Yapılaşmanın doğal çevre üzerindeki ısı etkisini sınırlar.
1985	İmar Kanunu (No. 3194)	Yeşil alan standartları ve yapı yoğunluğu sınırlamaları.	Tüm Türkiye	Kentsel ısı adasını azaltmak için planlama kriterleri.
2007	Enerji Verimliliği Kanunu (No. 5627)	Binalarda enerji performans standartları.	Tüm Türkiye	Soğutma yükünü ve enerji kaynaklı ısı adasını azaltır.
2010	Türkiye'nin İklim Değişikliği Stratejisi	Kentsel alanlarda adaptasyon politikaları.	Tüm Türkiye	Isı adası etkisini hafifletmek için yeşil koridorlar.
2015	Türkiye Belediyeler Birliği (TBB) İklim Değişikliği Çalışma Grubu	Belediyelerin iklim eylem planlarını koordine etme.	Tüm Türkiye	Kentsel ısı adası etkisini azaltmaya yönelik yerel politikalar.
2017	Gaziantep Sürdürülebilir Ulaşım Projesi	Düşük karbonlu ulaşım ve yeşil koridorlar.	Gaziantep	Isı birikimini azaltan ulaşım ve peyzaj planlaması.
2018	Bursa İklim Değişikliği Uyum Stratejisi	Yerel iklim eylemleri ve afet direnci.	Bursa	Isı adası etkisini azaltmaya yönelik su yönetimi ve ağaçlandırma.
2018	İstanbul İklim Değişikliği Eylem Planı	Yeşil çatılar, bisiklet yolları ve su havzalarının korunması.	İstanbul	Kentsel ısı adasını azaltmaya yönelik yerel stratejiler.

Tablo 2. (Devamı)

2019	Ankara Sürdürülebilir Enerji Eylem Planı (SEAP)	AB CoM kapsamında enerji ve iklim stratejileri.	Ankara	Yansıtıcı malzemeler ve gölgelendirme ile ısı adası etkisinin azaltılması.
2020	İstanbul Büyükşehir Belediyesi - Sürdürülebilir Kentsel Gelişim Ağı	Yeşil altyapı ve enerji verimliliği projeleri.	İstanbul	Yeşil çatılar, bisiklet yolları ve geçirgen yüzey uygulamaları.
2021	İzmir Yeşil Şehir Eylem Planı	İklim dirençli kentleşme ve yeşil alan artırımı.	İzmir	Kentsel ısı adasını hafifletmek için mikro-iklim düzenlemeleri.
2021	Planlı Alanlar İmar Yönetmeliği	Peyzaj düzenlemelerinde geçirgen yüzeylerin teşviki.	Tüm Türkiye	Isı yansıtıcı malzemeler ve yeşil altyapı desteği.
2021	Binalarda Enerji Performansı Yönetmeliği	Yeşil bina sertifikasyonları (LEED, BREEAM).	Tüm Türkiye	Pasif soğutma sistemleri ve yalıtım zorunlulukları.
2021	Ankara Kentsel Dönüşüm Stratejisi	Yansıtıcı malzemeler ve gölgelendirme uygulamaları.	Ankara	Isı emilimini azaltan kentsel tasarım önerileri.
2022	Türkiye'nin İklim-Nötr ve Akıllı Şehirler Ağı	AB'nin 'Mission Cities' programına uyum.	5 pilot şehir (İstanbul, İzmir, vb.)	Akıllı şehir teknolojileriyle ısı adası yönetimi.

Kaynak: Yüksek ve Örmecioğlu, 2019; Karakounos, 2019; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2021; İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2021 kaynaklarından derlenerek yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

2. Ulusal ve Uluslararası Düzeyde Uygulama Örnekleri

Kentsel ısı adası (KIA) konusu, ulusal ve uluslararası literatürde gün geçtikçe daha görünür hale gelmekte ve özellikle kentleşme dinamiklerine bağlı olarak sıklıkla gündeme getirilen yaşam kalitesi, termal konfor, halk sağlığı, enerji verimliliği gibi çok yönlü konularla ilişkilendirilebilmektedir. Bu tespit ışığında, çalışma kapsamında yapılan literatür araştırması yapıldı çevre ve doğal çevre dinamiklerini birlikte ele alacak biçimde yapılmıştır.

2.1. Başarılı uygulama örnekleri

Ulusal ve uluslararası düzeyde yürütülen ve belli başlı parametreler (ortalama yüzey sıcaklıkları, gündüz ile gece sıcaklıkları arasındaki farklar, kirletici emisyon düzeyleri, mikro klima etkisi, vb.) açısından başarılı bulunan uygulama örnekleri incelendiğinde, özellikle uluslararası düzeyde yapılan çalışmalarda kentsel ısı adası etkisini hafifletmeye yönelik stratejilerin bölgesel koşullara göre çeşitlilik gösterdiği tespit edilmiştir. Bu stratejiler, sürdürülebilir kentleşme için hem küresel deneyimlerden öğrenmenin hem de yerel dinamikleri dikkate alan, ekolojik sistemlerle uyumlu tasarım, çok katmanlı altyapı çözümleri ve paydaş katılımını içeren yönetim modelleri gibi temel ilkeleri benimseyen politikalar geliştirilmesinin gerekliliğini vurgulamaktadır.

Amerika (ABD)'da kentsel ısı adası etkisi üzerine yapılan araştırmalar özellikle büyük metropollerdeki sıcaklık artışlarının çarpıcı sonuçlarını ortaya koymaktadır. Stone ve Rodgers (2001) tarafından yapılan çalışmada Atlanta kentinde 1970-2000 yılları arasında kentsel yayılmanın gece sıcaklıklarını ortalama 2,5 – 4,1°C artırdığı ifade edilirken, Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı (United States Environmental Protection Agency-EPA) tarafından 2016 yılında yayınlanan raporda Chicago kentinde uygulanan serin çatı programlarının yaz aylarında bina soğutma maliyetlerini %15 - 20 oranında azalttığı ortaya konulmuştur (EPA, 2016). Buna ek olarak, New York kentinde yapılan bir araştırmada kentsel yeşil alanların termal konfor üzerindeki etkisi incelenmiş ve Central Park gibi büyük yeşil alanların çevresindeki sıcaklıkların ortalama 3 - 5°C daha düşük olduğu tespit edilmiştir (Rosenzweig, 2011).

Gaffin vd. (2008) tarafından yürütölen çalışmada, New York kentinde kentsel yüzeylerin termal özelliklerini Landsat TM/ETM+ uydu görüntüleri ile yer istasyonu verilerini entegre ederek detaylı şekilde analiz etmişlerdir. Çalışmada özellikle gece termal emisyonlarının, kentsel malzemelerin yüksek ısı kapasitesi nedeniyle kırsal alanlara göre belirgin şekilde arttığı tespit edilmiştir. Central Park özelinde yapılan mikroiklim analizleri, vejetasyonun evapotranspirasyon yoluyla sağladığı soğutma etkisinin, park sınırlarından itibaren yaklaşık 300-500 metre yarıçaplı bir alanda etkili olduğunu göstermiştir. Bu çalışma, kentsel peyzaj planlamasında yeşil alanların konumlandırmasının, termal konfor üzerinde nasıl stratejik bir etki yaratabileceğini ortaya koyması açısından önem taşımaktadır. Akbari vd. (2016) tarafından yapılan çalışmada ise yansıtıcı yüzey uygulamaları detaylı şekilde incelemiştir. Araştırmada, geleneksel çatı kaplamalarının 0,05 - 0,20 albedo değerlerine karşılık, 'cool roof' uygulamalarının 0,60 – 0,85 aralığında albedo sağladığı ölçölmüştür. Enerji dengesi modellemeleri bu malzemelerin güneş radyasyonunun kısa dalga bileşenlerini etkin şekilde yansıttığını, böylece yüzey sıcaklıklarının ortalama 11 - 25°C düşebildiğini göstermiştir. Ayrıca, bu uygulamaların bina soğutma yüklerinde yaklaşık %15 - 40 arasında azalmaya yol açtığını ve kentsel ölçekte uygulandığında elektrik talebini düşürdüğünü ortaya koymuştur.

Çin'de kentsel ısı adası etkisi üzerine yapılan araştırmalar özellikle Pearl River Delta bölgesinde yoğunlaşmaktadır. Chen vd. (2017) tarafından Guangzhou kentinde yapılan çalışmada, 1990-2015 yılları arasında kentsel alanların %400 genişlemesine paralel olarak gece sıcaklıklarının ortalama 6,2°C arttığı tespit edilmiştir. Pekin kentinde yürütölen bir araştırmada (Wang vd., 2023), hava kirliliği ile kentsel ısı adası etkisi arasındaki ilişki incelenmiş ve partiköl madde konsantrasyonundaki %10'luk artışın yüzey sıcaklıklarını yaklaşık 0,8°C yükselttiği ortaya konulmuştur. Shanghai kentinde ise, yeşil altyapı uygulamalarının etkinliği test edilmiş ve kentsel parkların 500 metre çapında bir alanda sıcaklıkları ortalama 2,3 – 3,1°C düşürdüğü gözlemlenmiştir (Li vd., 2020). Japonya'da kentsel ısı adası etkisi üzerine yapılan araştırmalar özellikle Tokyo kenti ve yakın çevresinde yoğunlaşmaktadır. Yapılan araştırmada, ulaşım altyapısının kentsel ısı adası üzerindeki etkileri çok disiplinli bir yaklaşımla incelenmiştir.

Çalışmada, trafik yoğunluğu ile yüzey sıcaklığı arasındaki ilişki, termal kameralar ve hava kalitesi istasyonları kullanılarak analiz edilmiştir. Sonuçlar, ana arterlerde asfalt yüzey sıcaklıklarının yaklaşık 60 - 70 °C'ye ulaşabileceğini ve bu ısının gece saatlerinde ortalama 2,5 – 3,5°C'lik bir sıcaklık artışına yol açtığını göstermiştir. Buna ek olarak, motorlu taşıtlardan kaynaklanan atık ısının lokal enerji bütçesine yıllık ortalama 15 - 20 W/m² katkı yaptığı hesaplanmıştır.

Almanya'da kentsel ısı adası etkisi üzerine yapılan araştırmalar ağırlıklı olarak sürdürülebilir kentleşme politikaları ile ilişkilendirilmiştir. Berlin kentinde Scherer (2019) tarafından yapılan çalışmada, yeşil çatı uygulamalarının yaz aylarında bina yüzey sıcaklıklarını ortalama 12 - 15°C düşürdüğü ortaya konulmuştur. Münih kentinde yapılan araştırmada (Ketterer ve Matzarakis, 2016), kentsel planlama süreçlerinde hava koridorlarının korunması stratejisinin gece sıcaklıklarını ortalama 3 - 4°C azalttığı saptanmıştır. Hamburg kentinde ise, bina cephelerinde kullanılan yansıtıcı malzemelerin sokak seviyesindeki sıcaklıkları ortalama 2,1°C düşürdüğü tespit edilmiştir (Schubert ve Grossman-Clarke, 2018). İngiltere'de kentsel ısı adası etkisi üzerine yapılan araştırmalar arasında Wilby'nin (2008) çalışması dikkat çekmektedir. Thames Nehri'nin termal regülasyon kapasitesinin detaylı şekilde incelendiği bu çalışmada, nehir yüzeyi ile kentsel dokular arasındaki enerji akımları ölçülmüştür. Bulgular, su kütlesinin gündüz ortalama 1,5 – 2,0 MJ/m² ısı absorbe ettiğini, bunun büyük kısmını gece latent ısı akışı olarak geri verdiğini göstermiştir. Mikro meteorolojik modellemeler nehir koridorunun 500 metre çapında bir mikro iklimsel tampon bölge oluşturduğunu ve bu alanda rüzgar hızları yaklaşık %15 - 20 oranında arttığını ortaya koymuştur.

Türkiye'de kentsel ısı adası etkisi üzerine yapılan araştırmalar arasında İstanbul, Ankara, Adana, İzmir, Bursa, Diyarbakır, Konya ve Antalya kentleri ön plana çıkmaktadır. Bu kentler özelinde yapılan çalışmaların ortak özellikleri incelendiğinde, yapı çevre dinamiklerinin kentsel ısı adası etkisini önemli ölçüde arttırdığı ve mikro klima etkisi yaratan doğal çevre unsurlarının korunması amacıyla yerel ölçekte gerekli politikaların geliştirilmesi gerektiği görülmüştür. İstanbul kenti örneğinde Ünal (2020) tarafından yapılan çalışmada İstanbul Boğazı'nın kentsel klimatoloji üzerindeki etkileri detaylı şekilde incelenmiştir. Araştırmada, MODIS uydu verileri ve WRF modellemesi kullanılarak, deniz meltemlerinin termal taşınım kapasitesi analiz edilmiştir. Bulgular, İstanbul Boğazı'nın gündüz ortalama 3 - 5 m/s hızında soğuk hava akımları oluşturduğunu ve bu akımların kıyı şeridinde yaklaşık 2 - 3 km içeriye nüfuz edebildiğini göstermiştir. Termal görüntüleme analizleri su kütlesinin yaz aylarında kıyı şeridini ortalama 4 - 7 °C soğuttuğunu ortaya koymuştur.

Ankara kenti örneğinde Yüksel, Yılmaz (2019) tarafından yapılan çalışmada Gençlik Parkı'nın mikro iklimsel etkileri detaylı şekilde incelenmiştir. Çalışmada, park içi ve çevresinde kurulan 12 adet mikro meteoroloji istasyonu ile üç boyutlu sıcaklık dağılımı haritalanmıştır. Sonuçlar,

parkın gündüz maksimum 5,2 °C'lik bir soğutma etkisi yarattığını göstermiştir. Enerji dengesi analizleri, bu etkinin %60'ının evapotranspirasyon, %25'inin gölgeleme, %15'inin ise rüzgâr modifikasyonu kaynaklı olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, çalışmada parkın soğutma etkisi yaz aylarında 18.00 - 06.00 saatleri arasında en belirgin şekilde gözlemlenmiştir. Adana kenti örneğinde yapılan çalışmada, 1990-2020 yılları arasında kentsel yayılmanın %420 oranında artış gösterdiği ve tarım alanlarının yaklaşık %37 oranında azaldığı tespit edilmiştir. Landsat 8 TIRS verileri kullanılarak yapılan analizler, kaybedilen her 10 km² tarım alanının kent merkezi sıcaklıklarını ortalama 0.8 ± 0.1°C arttırdığını göstermiştir. Özellikle Seyhan Nehri çevresindeki yapıları çevre unsurlarının nehrin soğutma etkisini yaklaşık %45 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Çalışmada, kentsel tarım uygulamalarının yaygınlaştırılması ile yüzey sıcaklıklarının ortalama 2 - 3 °C düşürülebileceği öngörülmektedir.

İzmir kenti örneğinde yürütülen çalışmada, kıyı şeridindeki yüksek yoğunluklu yapılaşmanın deniz meltemlerinin iç kesimlere ulaşmasını engellediği ortaya konulmuştur. Araştırma sonuçları, kıydan 1 km içeride sıcaklıkların yaklaşık 2,8°C daha yüksek olduğunu ve bu farkın gece saatlerinde 4,2°C'ye kadar çıkabildiğini göstermektedir. Özellikle merkez ilçe niteliği taşıyan Konak ve Karşıyaka ilçelerinde yapılan termal haritalama sonucunda, yüksek binaların rüzgâr koridorlarını kestiği ve bu durumun ısı birikimini artırdığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, kıyı kentlerinde yapı yüksekliği ve yoğunluk planlamasının mikro iklimsel etkilerinin dikkate alınmasını gerektiğini vurgulamaktadır (Apa ve Atak, 2022). Bursa kenti örneğinde özellikle organize sanayi bölgelerinde gerçekleştirilen araştırmada, endüstriyel faaliyetlerin kentsel ısı adası üzerindeki etkisini nicel olarak ortaya koymuştur. Çalışmada, sanayi bölgelerinin çevresindeki gece sıcaklıklarının, kent merkezine göre ortalama 3,5 °C daha yüksek olduğu tespit edilmiştir. Termal görüntüleme analizleri, fabrika bacalarından yayılan atık ısının lokal sıcaklık artışlarında önemli bir faktör olduğunu göstermiştir. Ayrıca, araştırmada sanayi bölgelerinde yeşil çatı ve yansıtıcı yüzey uygulamalarının bu etkiyi yaklaşık %40 oranında azaltabileceği öne sürülmektedir.

Konya kenti örneğinde Konya Ovası'nın kentleşme üzerindeki termal etkilerini inceleyen araştırmada, tarım arazilerinin kentsel ısı adası etkisini azaltmadaki rolü ortaya konulmuştur. Çalışma sonuçlarına göre, kent merkezine yakın tarım alanlarının 2 km yarıçaplı bir alanda sıcaklıklarını yaklaşık 2 - 3 °C düşürdüğü görülmüştür. Özellikle sulu tarım yapılan bölgelerde bu etkinin daha belirgin olduğu tespit edilmiştir. Antalya kenti örneğinde ise, kıyı şeridinde yapılan çalışmada turizm amaçlı yapılaşmanın mikro iklim üzerindeki etkilerini incelemiştir. Araştırma bulguları, konaklama tesislerinin yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde gece sıcaklıklarının ortalama 3,8°C daha yüksek olduğunu göstermektedir. Termal uydu görüntüleri, geniş havuz alanlarının ve çim yüzeylerin bu etkiyi kısmen dengelediğini ortaya koymuştur (Şensoy, vd. 2017).

2.2. Başarısız uygulama örnekleri

Ulusal ve uluslararası düzeyde yürütülen ve belli başlı parametreler (antropojenik ısı üretimi, bitki örtüsünün azalması, su varlığının azalması, termal konforun azalması, ortalama sıcaklık farklılıkları, vb.) açısından kısmen ve/veya tamamen başarısız bulunan uygulama örnekleri incelendiğinde, özellikle ulusal düzeyde yapılan çalışmalarda kentsel ısı adası etkisini hafifletmeye yönelik stratejilerin geliştirilmesi sürecinde iklime duyarlı tasarım ilkelerinin göz ardı edilmesi ve yere özgü koşulların (meteorolojik, topoğrafik, yapıli çevre dinamikleri, vb.) önemli ölçüde göz ardı edildiği tespit edilmiştir.

Amerika’da kentsel ısı adası etkisi üzerine yapılan araştırmalardan biri Los Angeles kentinde gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada, kentsel ısı adası etkisi ile mücadele çabaları bütüncül bir stratejiden yoksun olması nedeniyle sınırlı başarı elde etmiştir. 2015 yılında başlatılan ‘Cool Pavements’ projesi kapsamında 80 km’den fazla yol açık renkli kaplamalarla yenilenmiş ancak yeşil altyapıyla desteklenmediği için beklenen soğutma etkisi sağlanamamıştır. Şehrin merkezindeki yoğun trafik ve endüstriyel faaliyetlerin antropojenik ısı üretimini artırdığı ve özellikle düşük gelirli nüfusun yaşadığı yerleşim alanlarında geçirimsiz yüzeylerin fazla olması nedeniyle gündüz ile gece arasında sıcaklık farklarının daha da belirgin hale geldiği saptanmıştır. Araştırmaya göre, 2019 yılında uygulamaya konulan ‘Green New Deal’ planındaki hedeflerin çoğuna ulaşamamış olup; su kıtlığı nedeniyle yeşil alanların sulanmasında yaşanan zorluklar bitki örtüsünün azalmasına yol açmıştır.

Hindistan’da kentsel ısı adası etkisi üzerine yapılan araştırmalardan biri Delhi kentinde gerçekleştirilmiştir. Bu araştırmada, kentin dünya genelinde kentsel ısı adası etkisini en şiddetli yaşayan yerleşim alanlarından biri olduğu belirtilmiştir. Bunun nedenleri arasında, kentin nüfusunun son 30 yılda üç kat artması, kontrolsüz yapılaşma ve yeşil alanların %40 oranında azalması gösterilmektedir. 2016 yılında uygulamaya konulan ‘Delhi Ağaç Transplantasyonu’ uygulaması ile ağaçların korunması yerine nakledilmesi öngörüldüğü için proje başarısız olmuştur. Yamuna Nehri’nin kirlenmesi ve kuruması ise suyun doğal soğutma etkisini ortadan kaldırmıştır. 2020 yılında başlatılan Delhi Soğutma Eylem Planı uygulanmasında karşılaşılan bürokratik engeller ve fon yetersizliklerinin projenin etkinliğini sınırlandırdığı; özellikle gecekondu bölgelerindeki yoğun yapılaşmanın hava sirkülasyonunu engellediği ve sıcaklık birikimine neden olduğu yapılan önemli tespitler arasında yer almaktadır. Benzer biçimde, Mumbai kentinde uygulanan Mithi Nehri Rehabilitasyon Projesi de beklentileri karşılayamayan bir diğer örnektir. Deosthali ve Dhorde (2017) tarafından yapılan değerlendirmeye göre, nehir koridorundaki betonlaştırma çalışmalarının suyun buharlaşma etkisini yaklaşık %60 oranında azalttığı ve nehrin çevresinde ölçülen gece sıcaklıklarını yaklaşık 5,8°C artırdığı ortaya konulmuştur. Projenin hidrolojik ve ekolojik faktörleri yeterince dikkate almaması beklenen soğutma etkisinin elde edilememesine neden olmuştur.

Birleşik Arap Emirlikleri’nde kentsel ısı adası etkisi üzerine yapılan araştırmalar arasında Dubai kenti gibi yüksek yoğunluklu yerleşim alanlarında hayata geçirilen gökdelen geliştirme

projeleri yer almaktadır. Bu tip örneklerin kentsel ısı adası etkisi yönetiminde olumsuz örnek teşkil ettiği yapılan incelemeler sonucunda anlaşılmaktadır. Elgandy tarafından yapılan araştırma, Downtown Dubai bölgesindeki çok katlı yapıların aerodinamik etkilerinin hava sirkülasyonunu yaklaşık %75 oranında azalttığını ve gece sıcaklıklarını ortalama 9,2 °C arttırdığını ortaya koymuştur. Özellikle cam cepheli yüksek binaların oluşturduğu çoklu yansıma etkisi sokak seviyesinde termal konforu kritik seviyelere düşürmektedir. Çin’de kentsel ısı adası etkisi üzerine yapılan araştırmalar arasında ön plana çıkan kentlerden biri Pekin kentidir. 1998 yılında başlatılan Yeşil Kuşak Projesi, kentsel ısı adası etkisini azaltmak amacıyla şehrin çevresinde 100-500 metre genişliğinde bir yeşil bariyer oluşturmayı hedeflemiştir. Ancak proje, uygulama aşamasında karşılaşılan ciddi sorunlar nedeniyle beklenen başarıyı sağlayamamıştır (Jim ve Chen, 2003).

Türkiye’de kentsel ısı adası etkisi üzerine yapılan araştırmalar arasında Ankara, Gaziantep ve İzmir kentleri ön plana çıkmaktadır. Bu kentler özelinde yapılan çalışmaların ortak özellikler incelendiğinde, yapılı çevrede hayata geçirilen projelerin kentsel ısı adası etkisini önemli ölçüde arttırdığı ve kentsel ısı adası etkisini hafifletmeye yönelik stratejilerin geliştirilmesi sürecinde iklime duyarlı tasarım ilkelerinin göz ardı edilmesi ve yere özgü koşulların (meteorolojik, topoğrafik, yapılı çevre dinamikleri, vb.) önemli ölçüde göz ardı edildiği gözlemlenmiştir. Gaziantep kenti örneğinde son 20 yılda yaşanan hızlı nüfus artışı plansız kentleşme süreçlerinin kentsel ısı adası etkisinin şiddetlenmesine neden olduğu; 2002 - 2022 yılları arasında kent merkezindeki yeşil alan miktarının yaklaşık %35 oranında azaldığı ve bu durumun gece sıcaklıklarında ortalama 4 - 6°C’lik artışlara yol açtığı yapılan araştırmalarda ortaya konulmuştur. Ayrıca, şehir merkezindeki tarihi su kanallarının büyük bölümünün kapatılması sonucunda doğal hava sirkülasyonunun engellendiği, özellikle organize sanayi bölgeleri çevresinde yapılı çevre unsurlarının sayıca fazla olmasının bölgesel sıcaklık farklarını önemli ölçüde arttırdığı dikkat çekmektedir. Bu tespitler ışığında 2021 yılında hazırlanan Gaziantep İklim Eylem Planı’nda öngörülen önlemlerin çoğu uygulamaya geçirilememiştir.

İzmir kenti örneğinde Bayraklı ve Çiğli İlçelerinde gerçekleştirilen kıyı dolgu çalışmaları ile hayata geçirilen Sahil Yolu Projesi, kentsel ısı adası etkisini arttıran pek çok olumsuz faktörü bir araya getiren bir proje olarak değerlendirilmektedir. Yapılan termal analizler, bu projenin deniz meltemlerini yaklaşık %40 - 50 oranında azaltarak kıyı şeridinde yüzey sıcaklıklarını ortalama 8 - 10 °C yükselttiğini ortaya koymaktadır. Özellikle geniş geçirimsiz yüzeylerin artması ve rüzgâr koridorlarının kesilmesi sonucunda Bornova Ovası’nda gece soğuması geciktirilmiştir. Mavi Yeşil Şehir Projesi gibi iyileştirme çabalarının yetersiz kalması ise kıyı ekosistemindeki bozulmayı daha da derinleştirmiştir (İzmir Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü, 2021). Ankara kenti örneğinde ise Batıkent bölgesinde uygulanan TOKİ konut projesi yüksek yapı yoğunluğu ve yetersiz yeşil alan planlaması nedeniyle kentsel ısı adası etkisini şiddetlendiren önemli bir örnek olarak değerlendirilmektedir. Proje alanında yapılan ölçümler, geçirimsiz yüzeylerin artışı ve yeşil alan oranının %10’un altında kalması sonucunda yaz aylarında bölgesel sıcaklıkların ortalama 4 - 6°C arttığını göstermektedir. Yapılar arasında yeterli hava koridorları bırakılmaması, doğal hava sirkülasyonunu engellemiş ve termal

konforu olumsuz etkilemiştir. Bu durum, yoğun kentsel dönüşüm projelerinde iklim duyarlı tasarım ilkelerinin göz ardı edilmesinin sonuçlarını açıkça ortaya koymaktadır (Ankara Büyükşehir Belediyesi, 2022).

3. Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme: İstanbul Kenti (Türkiye) ve Tokyo Kenti (Japonya)

Çalışmanın temelinde, doğal ve yapılı çevre unsurlarının etkisiyle meydana gelen kentsel ısı adası etkisi gibi önemli bir çevresel problemin çözümüne yönelik farklı alternatiflerin ortaya konulması ve kapsam bakımından karşılaştırmalı olarak değerlendirilmesi yer almaktadır. Bu amaç doğrultusunda, önceki bölümlerde ulusal ve uluslararası düzeyde başarılı ve başarısız uygulamaların detaylı incelenmesi ve bu uygulamalar arasından belli başlı iki örneğin seçilmesi söz konusu olmuştur. Seçilen uygulama örnekleri ulusal düzeyde İstanbul kenti (Bkz. Şekil 1) ve uluslararası düzeyde Tokyo kentidir (Bkz. Şekil 2). Bu seçimin nedenleri şu şekilde sıralanabilir:

- Her iki kentin nüfus ve yapı yoğunluğunun diğer kentlere göre görece daha fazla olması,
- Nüfusun ihtiyaçlarının karşılandığı fiziksel çevrenin iklimsel ve meteorolojik koşulları kritik biçimde ve olumsuz yönde etkilemesi,
- Kentsel faaliyet alanlarının çeşitlendiği metropoliten kentler arasında yer almaları,
- Doğa – insan etkileşiminin diğer kentlere göre görece daha fazla olması,
- Sürdürülebilir kentsel gelişimin koruma – kullanma dengesi yaklaşımıyla sağlanamaması,
- Albedo etkisi oluşturan unsurların kentsel alanda belli alt merkezlerde yoğunlaşmış olması,
- Termal konfor faktörünün kent bütününde çeşitli faktörlere (sosyal, ekonomik, çevresel, vb.) bağlı olarak önemli farklılıklar göstermesi,
- Yaşam kalitesi faktörünün kent bütününde çeşitli faktörlere (sosyal, ekonomik, çevresel, vb.) bağlı olarak önemli farklılıklar göstermesi,
- Hızlı ve plansız kentleşme süreçlerinin diğer kentlere göre görece daha hızlı izlenebildiği kentler arasında yer alması,
- İklim duyarlı tasarım anlayışının yapılı çevrenin şekillendirilmesi sürecinde önceliklendirilmemesi,
- Sıklıkla gözlenen göç alma – verme durumunun kentsel çevrede yapılaşma düzenini olumsuz etkilemesi ve parçacıl planlama uygulamalarının artması,
- Kent genelinde termal konforun sağlanmasına yönelik yerel ölçekli uygulamaların (gölgelendirme unsurlarının artırılması, çatılarda açık renklerin tercih edilmesi, ortalama sıcaklığın azaltılması yönelik peyzaj unsurlarının tasarlanması, mevcut açık ve yeşil alan miktarının artırılması, vb.) oldukça kısıtlı olması,
- Kent merkezlerinde yoğun araç trafiği kaynaklı antropojenik ısının yüksek olması,
- Yapılaşma düzeni bakımından bitişik nizamın tercih edilmesi ve hava koridorlarının oluşumunun kısıtlanması.

Genel bir perspektiften bakıldığında, Tokyo kenti (Japonya) örneğinde kentsel ısı adası etkisi ile mücadelede proaktif (risk yönetimi öncelikli), teknoloji odaklı ve yönetimi güçlü bir yaklaşım benimsenirken; İstanbul kenti (Türkiye) örneğinde bu mücadelede daha çok reaktif (kriz yönetimi öncelikli), fiziksel müdahale (yeşil alan) ağırlıklı ve merkezi planlamayla yönlendirilen bir yol izlenmiştir. Örnek olarak seçilen kentler farklı coğrafi, iklimsel ve yönetim yapılarına sahip olmalarına rağmen, kentsel ısı adası etkisi ile mücadele sürecinde yerel yönetim mekanizmaları tarafından sürdürülebilir kentsel gelişme ve iklime duyarlı tasarım yaklaşımları çerçevesinde benzeşen politikalar, stratejiler ve eylem planları geliştirildiği görülmektedir. Çalışma kapsamında sürdürülebilir kentsel gelişme ve iklime duyarlı tasarım ilkeleri baz alınarak, İstanbul ve Tokyo kentlerinde yapılan uygulamalar nitel veri analizi yöntemiyle karşılaştırmalı olarak 5 alt başlık altında detaylı biçimde incelenmiştir. Bu alt başlıklar politika ve planlama çerçevesi, yeşil altyapı ve yeşil alanların planlanması, suyla soğutma ve açık su yüzeyleri, yapısal ve malzeme bazlı çözümler ile ulaşım ve hareketlilik politikaları olarak belirlenmiştir.

1. Politika ve planlama çerçevesi

Tokyo kentinin kentsel ısı adası etkisinin azaltılması ve termal konforun artırılmasına yönelik uygulamalar incelendiğinde, merkezi hükümetin tarafından yetkilendirilen Çevre Bakanlığı ve yerel yönetimin koordineli ve eşgüdümlü biçimde uzun vadeli politikalar üreten bir tutumu benimsediği görülmektedir. Sürdürülebilir kentsel gelişmeye yönelik Küresel Isınmaya Karşı Önlemleri için Strateji Planı ve Tokyo İklim Değişikliği Eylem Planı gibi planlama çalışmaları kapsamında çeşitli hedefler belirlenmiştir. Bu hedeflere örnek olarak 2050 yılına kadar kent merkezindeki sıcaklık artışını ortalama 1°C azaltmak ve kentsel ısı adası etkisi ile mücadelenin yasal dayanaklarını (Tokyo Metropol Doğa Koruma Yönetmeliği gibi) hazırlamak verilebilir (Tokyo Metropolitan Government, 2023). İstanbul kenti örneğinde ise, kentsel ısı adası etkisi ile mücadele ağırlıklı olarak ulusal düzeyde merkezi yönetim (özellikle Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı) tarafından geliştirilen politikalar ve stratejiler aracılığıyla yürütülmektedir. Hem ülke genelinde geçerli olabilecek planlama çalışmaları (İklim Değişikliği Eylem Planları gibi) hem de yerel düzeyde etkili olabilecek çalışmalar (İstanbul Çevre Düzeni Planı gibi) bu mücadelenin temel araçları haline gelmiştir (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2023). Tablo 3'te İstanbul ve Tokyo kentlerine ilişkin farklı göstergeler baz alınarak sıcaklık ve termal konfor parametreleri üzerinden karşılaştırmalı bir değerlendirme sunulmuştur. Buna göre, İstanbul'un ortalama sıcaklığı daha düşük olmasına rağmen, kentsel ısı adası yoğunluğu Tokyo'dan çok daha yüksek olması kentleşme ve planlama süreçlerinde gözlenen farklılıklarının etkisini net bir şekilde ortaya koymaktadır. Tokyo kentinin daha sıcak bir iklimde olmasına rağmen KIA etkisini daha iyi yönettiği ve özellikle gece termal konforu noktasında (tropik gece sayısı) daha etkin politikalar ürettiği açıkça ortadadır.

Şekil 1.

İstanbul Kenti'nin ve mahallelerinin konumu



Kaynak: Saygılı, 2018

Şekil 2.

Tokyo Kenti'nin ve mahallelerinin konumu



Kaynak: d-maps, 2025

Tablo 3.*Sıcaklık ve termal konfor istatistikleri*

Gösterge	Tokyo Kenti	İstanbul Kenti
Kentsel Isı Adası Yoğunluğu	2,5 – 3,0°C (Yaz ortalaması, merkez-kırsal farkı)	6,0 – 9,0°C (Yaz ortalaması, merkez-kırsal farkı)
Yaz Dönemi Sıcaklık Ortalaması	Ortalama 27,5°C	Ortalama 24,5°C
Tropik Gece Sayısı (Minimum sıcaklık > 25°C)	45 gün/yıl (2010-2020 yılları ortalaması)	15-20 gün/yıl (2010-2020 yılları ortalaması)
Serin Kaplama (Cool Pavement) Uygulaması	> 1,600 km yol	Pilot uygulama aşamasında (Zeytinburnu)

Kaynak: Mills, 2014; Yüksek ve Örmecioglu, 2019; Japon Meteoroloji Ajansı, 2025; Türkiye Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2025; Tokyo Metropolitan Government, 2023; İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2023 kaynaklarından derlenerek yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

II. Yeşil altyapı ve yeşil alanların artırılması

Yeşil altyapı stratejisi Tokyo kenti için öncelikli alanlar arasında yer almaktadır. Genel itibarıyla bu stratejiye yönelik geliştirilen eylem planlarında yeşil çatı uygulamaları, dikey bahçeler, kentsel alanlarda geçirimli yüzeylerin yaygınlaştırılması gibi uygulamalar yer almaktadır. Kamu binalarında yeşil çatı uygulamaları için sağlanan sübvansiyonlar bu uygulamalardan bir tanesidir. Ayrıca, planlama süreçlerinde mikro parklar ve sokak ağaçlandırması gibi projelerle kentsel dokunun içine nüfuz eden bir yeşil ağ oluşturulması fikrinin benimsendiği görülmektedir (Tokyo Çevre Bürosu, 2021).

İstanbul kenti örneğinde ise, büyük ölçekli projeler (Millet Bahçeleri gibi) yeşil alan miktarını artırmayı hedeflese de hali hazırda kişi başına düşen yeşil alan miktarı m² açısından Tokyo'nun oldukça gerisindedir. Yeşil altyapıya yönelik temel eksiklik ise, kent içindeki yeşil koridorların sürekliliğinin olmaması ve mevcut yeşil alanların korunamaması olarak karşımıza çıkmaktadır. Yapı ölçeğinde yeşil çatı ve cephe uygulamalarının ise henüz yaygın bir zorunluluk veya teşvik mekanizmasına bağlı olmadığı bilinmekte olup; bu uygulamalar genellikle prestijli konut projelerinde tercih edilmektedir (İstanbul Büyükşehir Belediyesi, 2023; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025). Tablo 4'te İstanbul ve Tokyo kentlerine ilişkin farklı göstergeler baz alınarak yeşil alan ve yeşil altyapı parametreleri üzerinden karşılaştırmalı bir değerlendirme sunulmuştur. Buna göre, İstanbul kenti kişi başına düşen yeşil alan miktarı bakımından Tokyo'nun gerisinde kalmaktadır. Tokyo kentinde ise yeşil çatı politikalarının ise kentsel ısı adası etkisi ile mücadele süreçlerinde önemli başarılar elde ettiği açıkça ortadadır. Tabloda sunulan bu istatistikler, Tokyo'nun yeşil altyapıyı yatayda değil, düşeyde artırmaya yönelik stratejisinin somut bir kanıtı olarak değerlendirilebilir.

Tablo 4.

Yeşil alan ve yeşil altyapı istatistikleri

Gösterge	Tokyo Kenti	İstanbul Kenti
Kişi Başına Düşen Yeşil Alan	6,8 m ²	4,5 m ²
Yeşil Çatı Yüzölçümü	267 hektar	5-10 hektar
Yeşil Çatı Teşvik/Yükümlülük	1,000 m ² ve üzeri yeni binalar için yeşillendirme zorunluluğu veya alternatif önlemler	Belirli bir zorunluluk yok. Puanlama sisteminde (yeşil bina sertifikası) teşvik edilir

Kaynak: Tokyo Çevre Bürosu, 2021; Tokyo Metropolitan Government, 2022; TÜİK, 2023; Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı, 2025 kaynaklarından derlenerek yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

III. Suyla soğutma ve açık su yüzeyleri

Kentsel ısı adası etkisinin azaltılması adına suyun buharlaşma etkisinden faydalanılması Tokyo kentinde önceliklendirilen konulardan biridir. Uchimizu adı verilen geleneksel bir yöntemin (yolların ve avluların sulanması) kentin kullanıcıları arasında yaygınlaştırılması teşvik edilmektedir. Kamusal alanlarda da kent içindeki kanalların ve nehirlerin iyileştirilmesi, çeşmeler ve su tasarrufunu sağlayan sistemlerin kullanılması söz konusudur. Bu uygulamaların ortalama sıcaklıkların yüksek olduğu kentsel alanlarda termal konforu arttırdığı tespit edilmiştir Tokyo Metropolitan Government, 2019; Tokyo Metropolitan Government, 2021).

İstanbul örneğinde ise, nüfusun ve yapı yoğunluğunun fazla olduğu kent merkezlerinde ortalama sıcaklıkların düşürülmesi adına suyla soğutma stratejilerinin hayata geçirildiği görülmektedir. Su varlığı bakımından, İstanbul Boğazı ve denizin etkisi kentsel ısı adası etkisinin azaltılması konusunda kısmen fayda sağlasa da kentsel dokunun içine entegre edilmiş aktif su öğelerinin (havuzlar, çeşmeler, sisleticiler) kullanımı yaygın değildir. Su yönetimi daha çok taşkın kontrolü ve su temini odaklıdır (Yüksel ve Örmecioğlu, 2019).

IV. Yapısal ve malzeme bazlı çözümler

Enerji verimliliğini sağlayarak kentsel ısı adası etkisinin olumsuz sonuçlarını minimize etmek amacıyla Tokyo kenti örneğinde özellikle kamusal alanlarda yansıtıcı (reflektif) ve yüksek albedolu malzemelerin kullanımı teşvik edilmektedir. Zaman içerisinde özellikle yollarda serin kaplamaların (cool pavements) ve binalarda serin çatıların (cool roofs) kullanımının yaygınlaştığı izlenmektedir. Binaların soğutma yükünün azaltılmasının hem enerji verimliliğinin tesis edilebilmesi hem de dolaylı olarak kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasında etkin bir çözüm olduğu anlayışı kabul görmektedir (Cheela vd., 2021; Murakami vd., 2022;).

İstanbul örneğinde ise, mevcut yapı stoğunun büyük ölçüde beton ağırlıklı ve yüksek ısı depolama kapasitesine sahip olduğu bilinmektedir. Özellikle son dönemlerde kentsel

dönüşüm uygulamaları ile birlikte enerji kimlik belgesi zorunluluğu getirilse de, albedo ve ısı yutma özelliklerine odaklanan spesifik malzeme düzenlemelerinin kent genelinde sınırlı olduğu gözlemlenmektedir.

V. Ulaşım ve hareketlilik politikaları

Tokyo kentinin dünyanın en yoğun ve en verimli toplu taşıma ağına sahip olması, kent kullanıcılarını özel araç bağımlılığından büyük ölçüde kurtarmıştır. Bu ağ, kentsel ısı adası etkisini doğrudan etkileyen taşıt kaynaklı ısı emisyonlarının azaltılmasında kritik bir rol oynamaktadır. Ayrıca, kent içi ulaşımında elektrikli ve hibrit araç kullanımının teşviki, bisiklet yollarının geliştirilmesi ve yayalaştırılmış alanların sayısının artırılması kent merkezinde ve yakın çevresinde kentsel ısı adası etkisi ile mücadele süreçleri için önemli adımlardır (Tokyo Metropolitan Government, 2022; Japon Ulaştırma Bakanlığı, 2025).

İstanbul kenti örneğinde ise, özel araç kullanımının yoğun olması hem ulaşımdan kaynaklanan kirletici düzeylerinin artmasına bağlı olarak hava kirliliği problemi oluşturmakta hem de kentsel ısı adası etkisinin daha hissedilir hale gelmesinde dikkat çeken bir faktördür. Kent genelinde raylı sistem ağının genişletilmesi ve metrobüs gibi çözümler olumlu adımlar olsa da toplu taşımaya erişim imkanları kentin tüm kullanıcıları bakımından aynı değildir. (İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Daire Başkanlığı, 2021). Tablo 5'te İstanbul ve Tokyo kentlerine ilişkin farklı göstergeler baz alınarak ulaşım ve enerji parametreleri üzerinden karşılaştırmalı bir değerlendirme sunulmuştur. Buna göre, Tokyo kentinde ulaşım politikalarının başarısının toplu taşıma kullanım oranı ve hane başına düşen araç sayısı gibi göstergelerle üzerinden sağlandığı açıkça görülmektedir. Başka bir deyişle, trafikten kaynaklanan ısı emisyonlarının ve egzoz gazlarının İstanbul kentine kıyasla çok daha iyi kontrol altında tutulduğu söylenebilir. İstanbul kentinde ise, artan raylı sistem ağına rağmen toplu taşıma kullanım oranının hala düşük olması kentsel ısı adası etkisi ile mücadelede önemli bir handikap oluşturmaktadır.

Tablo 5.

Ulaşım ve Enerji İstatistikleri

Gösterge	Tokyo Kenti	İstanbul Kenti
Toplu Taşıma Kullanım Oranı	% 48	% 28,4
Özel Araç Bağımlılığı	Hane başına araç sayısı 0.5	Hane başına araç sayısı 1,2
Yazın Enerji Tüketim Piki (Soğutma Kaynaklı)	55-60 GW (Maksimum yük)	25-28 GW (Maksimum yük)

Kaynak: İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Daire Başkanlığı, 2021; Tokyo Metropolitan Government, 2022; TÜİK, 2023; Japon Ulaştırma Bakanlığı, 2025; TEİAŞ, 2025 kaynaklarından derlenerek yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

İstanbul ve Tokyo kentlerinde kentsel ısı adası ile mücadele süreçlerinde hayata geçirilen uygulamalara yönelik karşılaştırmalı bir değerlendirme yapıldığında, genel bir bakış açısıyla, politika ve mevzuat alt başlığında Tokyo kentinin yaklaşımının merkezi yönetim eliyle yönlendirilen, zorunlu yasal düzenlemeler geçerli olduğu, hedef odaklı ve uzun vadeli politikalar içeren bir niteliğe sahip olduğu; diğer yandan İstanbul kentinin yaklaşımının parçacıl,

proje bazlı, teşvik odaklı ve yasal mevzuatın denetiminin zayıf olduğu görülmektedir. Yeşil altyapı alt başlığında Tokyo kentinin yaklaşımının yeşil çatı/cephe zorunluluğunun yaygınlaştırılması, yeşil ağ sistemlerinin kurulması ve mikro parkların planlaması gibi uygulamaları ön plana çıkaran bir niteliğe sahip olduğu; diğer yandan İstanbul kentinin yaklaşımının büyük ölçekli park projelerinin ön plana çıktığı, kent içi yeşil ağ sisteminin görece daha zayıf olduğu görülmektedir. Suyla soğutma alt başlığında Tokyo kentinde geleneksel (Uchimizu) ve modern yöntemler aktif olarak teşvik edildiği gözlemlenirken; İstanbul kentinde sınırlı sayıda uygulamanın olduğu ve daha çok pasif (deniz etkisi) unsurlardan yararlandığı anlaşılmaktadır. Malzeme ve tasarım alt başlığında Tokyo kentinde seri çatı/kaplamaların yaygın biçimde kullanıldığı ve yüksek albedolu malzemelerinin teşvik edildiği görülürken; İstanbul kentinde beton malzemenin ağırlıklı kullanıldığı mevcut yapı stoğunun varlığı ve malzeme odaklı düzenlemelerin sınırlı oluşu dikkat çekmektedir. Ulaşım politikaları alt başlığında ise Tokyo kentinde toplu taşımanın ağırlıkta olduğu ve çeşitli çevre dostu uygulamaların (yayalaştırma, elektrikli araçlar, vb.) teşvik edildiği; diğer yandan İstanbul kentinde özel araç bağımlılığının yüksek olduğu ve toplu taşıma yatırımlarının devam etmekte olduğu izlenmektedir.

4. Öneriler Politikalar ve Stratejiler

Kentsel ısı adası (KIA) etkisi, yoğun nüfusun yaşadığı ve kentsel faaliyetlerin çeşitlendiği modern metropollerin başa çıkmak durumunda olduğu en önemli çevresel sorunlarından birini oluşturmaktadır. Çalışma kapsamında ulusal ve uluslararası düzeyde yürütülen ve belli başlı parametreler (ortalama yüzey sıcaklıkları, gündüz ile gece sıcaklıkları arasındaki farklar, kirletici emisyon düzeyleri, mikro klima etkisi, vb.) açısından başarılı ve başarısız olarak değerlendirilen uygulama örnekleri detaylı biçimde incelendiğinde, kentsel ısı adası etkisi ile mücadele süreçlerinde bu etkiyi azaltmak ve termal konforu artırmak ancak disiplinlerarası iş birliği, güçlü yerel yönetim ve bilimsel veriye dayalı uzun vadeli stratejilerle mümkün olabilecektir. Koruma – kullanma dengesinin gözetildiği sürdürülebilir kentsel gelişimin ve iklime duyarlı tasarımın bir lüks değil, iklim krizinin etkilerini azaltmak için bir zorunluluk haline geldiği açıktır. Özellikle fiziksel mekânı şekillendiren meslek disiplinleri bünyesinde yapılacak her yeni planlama çalışması bu ilkeler ışığında ele alınmalı ve kentleri sadece insan ve yapı yığınlarının toplandığı bir mekân olarak değil, canlı birer organizma biçiminde tasarlama felsefesi benimsenmelidir. Bu yaklaşımın somut örneklerinin disiplinler özelinde nasıl çeşitlenebileceğine dair örnekler ve kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasına yönelik geliştirilebilecek politika ve stratejiler Tablo 6'da sunulmuştur.

Tablo 6.

Disiplin türüne göre KIA etkisinin azaltılmasına yönelik önerilen politika ve stratejiler

Disiplin Türü	Politikalar ve Stratejiler	Ölçülebilir ve Öngörülen Etkiler
Şehir Planlama	Yeşil koridorlar ve park ağları oluşturma	Yüzey sıcaklığının 2,7°C düşmesi, hissedilen ısı endeksinin 4°C düşmesi, PM2.5 seviyesinin %25 azalması, biyoçeşitliliğin %142 artması
	Geçirgen ve yansıtıcı yüzeyler kullanma	Yüzey sıcaklığının 12-15°C düşmesi, bina içi sıcaklıkların 7°C düşmesi, yıllık 40,000 ton yağmur suyu emilimi, enerji tüketiminin %12 azalması
	Kompakt ve karma kullanımlı gelişim	Yüzey sıcaklığının 9°C düşmesi, ulaşım kaynaklı ısının %55 azalması, kişi başına enerji tüketiminin %36 azalması, yıllık 12,000 ton CO ₂ tasarrufu yapılması
Peyzaj Mimarlığı	Su yönetimi sistemleri geliştirilmesi	Yüzey sıcaklığının 4°C düşmesi, kentin genel ortam sıcaklığının 1,2°C düşmesi
	Yerel ve dayanıklı bitki türleri kullanma	Kentsel sıcaklık artışının 1°C'nin altında tutulması, kentsel yeşil alan oranının %47'ye çıkması, yüzey sıcaklığının 10°C düşmesi
	Yeşil çatı ve duvarlar	Yazın bina içi sıcaklığın 5°C düşmesi, çatı yüzey sıcaklıklarının 10°C düşmesi, bina çevresinde 4-6°C serinleme sağlanması, yağmur suyu tutulumunda %50-70 artış
Mimarlık	Su tasarruflu peyzaj (xeriscaping)	Sulama suyu kullanımının %50-70 azalması, asfalt sıcaklığının 6-8°C düşmesi, yeşil alanlarda su ihtiyacının %60 azalması, bitki kaplı alanlarda yüzey sıcaklığının 4°C daha düşük olması, sulama maliyetlerinin %40 düşmesi
	Pasif soğutma sistemleri (doğal havalandırma, avlular)	Doğal havalandırma ile iç sıcaklığın 10-15°C daha serin olması, bina içi sıcaklık dalgalanmaları 50°C'den 25-30°C'ye düşmesi, yürünebilir alanlarda sıcaklığın 6°C düşmesi, yaz sıcaklıkları çevre kentlere göre 4-7°C daha düşük ölçülmesi
	Yansıtıcı ve yeşil çatılar	Yaz döneminde yüzey sıcaklığının 3-4°C düşmesi, yansıtıcı çatıların 2-3°C soğutma sağlaması, yeşil çatıların 5-8°C soğutma sağlaması, ısı adası etkisinin minimum %30 oranında azalması
Kamu Yönetimi	Termal performans yüksek malzemeler	Yüzey sıcaklığının 17°C düşmesi, gece hava sıcaklığının 3°C düşmesi, bina soğutma enerjisinin %15 oranında düşmesi, gece ısı salınımını %25 azaltan termal emisyonu, NO ₂ emisyonunun %30 azalması
	Yeşil bina sertifikalarını zorunlu kılma (LEED, BREEAM)	Yüzey sıcaklığının ortalama 4-5°C düşmesi, 2 milyon litreye kadar yağmur suyunun tutulması, yaz aylarında çatı yüzey sıcaklığı farkının 15-25°C daha düşük olması
	Vergi indirimleri ve teşvikler	Yüzey sıcaklığının ortalama 10-20°C düşmesi, yaz aylarında 1-2°C düşmesi, LEED sertifikalı ya da yeşil çatıya sahip yapılara %10-20 oranında vergi indirimi sağlanması
Kamu Yönetimi	Topluluk katılım programları	Gündüz saatlerinde yüzey sıcaklıklarının 10-12°C daha düşük olması, yazın gölgelendirilmiş sokaklarda hissedilen sıcaklığın 2-3°C daha düşük, vatandaşların bireysel çabalarıyla ağaçlandırma çalışmaları yapılması
	Kentsel dönüşüm projeleri	Su yüzeyleri ve bitkilendirme sayesinde buharlaşmalı soğutma etkisinin sağlanması, kent merkezinde ortalama 2-3°C düşüş sağlanması, PM10 seviyesinin %35'e düşürülmesi, elektrik tüketiminde %8 azalmanın sağlanması
Kamu Yönetimi	Yeşil çatı politikaları	Çatı başına 30-60 CHF/m ² oranında destek verilmesi, yüzey sıcaklıklarının yeşil çatılarda 20-30°C daha düşük olması, bina başına yıllık soğutma enerjisi ihtiyacının %10-15 oranında azalması, güneşlenmeye açık yeşil çatılar geçirimsiz yüzeylerinin azaltılması, mevcut çatıların %50'nden fazlasının uygulama kapsamında alınması

Bu yaklaşımın somut örneklerinin ulusal ve uluslararası düzeyde yaygınlaşması ve kentlerin kullanıcıları tarafından kabul görmüş olması, doğal ve yapı çevre dinamiklerinde meydana gelen kritik değişimlerin (doğal afetler, iklim değişikliği, hava kirliliği, sera gazı etkisi, vb.)

özellikle kentsel alanlar üzerinde yaratacağı baskının önemli ölçüde azaltılması adına önemli adımlardır.

Sonuç

İlgili literatür araştırmaları ve çalışmadan elde edilen bulgular, kentsel ısı adası (KIA) etkisiyle mücadelede benimsenen politikaların ve planlama yaklaşımlarının niteliksel ve niceliksel göstergeler üzerinde belirleyici bir rol oynadığını açıkça ortaya koymaktadır. İstanbul ve Tokyo kentleri üzerinden yapılan karşılaştırmalı değerlendirmeler, iki metropolün KIA yoğunluğu başta olmak üzere termal konfora ilişkin diğer parametrelerde kayda değer farklılıklar sergilediğine işaret etmektedir. Buna göre, kentsel ısı adası etkisi nedeniyle İstanbul genelinde gözlemlenen ortalama 6 - 9°C'lik sıcaklık artışlarının, Tokyo kentinde ortalama 2.5 - 3°C'lik sıcaklık artışına neden olduğu saptanmıştır. Bu tespit, kentsel ısı adası etkisinin sadece coğrafi veya iklimsel farklılıklarla değil, aynı zamanda kentsel yönetim, planlama felsefesi ve politikaların uygulanma biçimi ile doğrudan ilişkili olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmanın önemli bulgularından biri, iki kentin kentsel ısı adası etkisiyle mücadele süreçlerinde farklı yaklaşımlar benimsemesidir. Buna göre, Tokyo kentinin başarısının arkasında yatan temel dinamik proaktif, bütünleşik ve teknolojiye dayalı bir yönetim modelinin hayata geçirilmesidir. Merkezi hükümet ile yerel yönetim arasındaki koordinasyon, uzun vadeli ve bilimsel verilerle desteklenmiş stratejilerin (Küresel Isınmaya Karşı Önlemler için Strateji Planı, Tokyo İklim Değişikliği Eylem Planı, vb.) istikrarlı bir şekilde uygulanmasına imkân vermektedir. Örneğin, 1000 m² üzeri yeni binalarda yeşil çatı zorunluluğu getirilmesi veya 1600 km'den fazla yolda serin kaplama (cool pavement) uygulanması politika kararlılığının somut göstergelerindedir. Bu uygulamalar yalnızca tekil müdahaleler olarak kalmamakta, aynı zamanda birbirini tamamlayarak kümülatif bir soğutma etkisi yaratmaktadır. Ayrıca, geleneksel Uchimizu yönteminin teşviki gibi kültürel unsurları da kapsayan sosyal katılım odaklı yaklaşım kentsel ısı adası etkisiyle mücadelenin toplumsal düzeyde kabul gördüğünün kanıtı niteliğindedir.

Buna karşılık, İstanbul kenti örneğinde gözlemlenen yüksek kentsel ısı adası yoğunluğu parçalı, reaktif ve merkezi planlama ağırlıklı bir yaklaşımın sonucu olarak değerlendirilebilir. İstanbul'da KIA ile mücadele, daha çok kriz yönetimi mantığıyla ve proje bazlı ilerlemekte; yeşil altyapı, ulaşım ve malzeme politikaları arasında yeterli entegrasyon bulunmamaktadır. Millet Bahçeleri gibi büyük ölçekli projeler yeşil alan miktarını artırma potansiyeli taşısa da, kent içinde sürekliliği olan bir yeşil ağ sistemi oluşturulmadığından soğutma etkisi yalnızca belirli bölgelerden gözlenmekte ve kent geneline yayılamamaktadır. Benzer şekilde, raylı sistem ağının genişletilmesine rağmen toplu taşıma kullanım oranının düşük kalması (%28,4 oranında) ve özel araç bağımlılığının yüksek olması, ulaşımdan kaynaklanan antropojenik ısı yükünü ve geçirimsiz yüzey alanlarını artırarak kentsel ısı adası etkisini artıran önemli bir faktör olmaya devam etmektedir.

Çalışmanın bir diğer çarpıcı bulgusu ise, iki kentin malzeme ve yapısal çözümler konusundaki sergilediği farklı yaklaşımlardır. Buna göre, Tokyo'da yüksek albedolu malzemeler, serin çatılar ve kaplamaların yaygın bir şekilde teşvik edilmesi ve benimsenmesi yüzey sıcaklıklarını ve dolayısıyla bina soğutma yüklerini doğrudan azaltmaktadır. İstanbul'da ise mevcut yapı stoğunun büyük oranda beton ağırlıklı olması ve malzeme odaklı düzenlemelerin sınırlı kalması kentsel dokunun termal yutak kapasitesini olumsuz etkilemektedir. Kentsel dönüşüm projelerinde enerji performansı kriterlerinin yanı sıra, albedo ve geçirgenlik gibi kentsel ısı adası etkisinin doğrudan etkileyen parametrelere odaklanan spesifik düzenlemelerin eksikliği dikkat çekicidir.

Sonuç olarak, bu karşılaştırmalı analiz, kentsel ısı adası etkisi ile mücadele süreçlerinin tek bir disipline veya müdahaleye indirgenemeyeceğini göstermektedir. Etkili bir mücadele şehir planlama, peyzaj mimarlığı, mimarlık, çevre bilimleri ve kamu yönetimi gibi disiplinleri bir araya getiren disiplinler arası bir iş birliğini, politika yapım süreçlerinde bilimsel veriye dayalı uzun vadeli stratejileri ve nihayetinde sürdürülebilir kentsel gelişim ile iklime duyarlı tasarım ilkelerinin benimsenmesini zorunlu kılmaktadır. Tokyo kentinin modeli güçlü bir yönetim yapısı ile teknolojik ve geleneksel çözümleri entegre eden bütüncül bir yaklaşımın başarıya ulaşabildiğini kanıtlarken; İstanbul kenti örneği parçalı ve reaktif politikaların coğrafi avantajlara rağmen kentsel ısı adası oluşması riskini yönetmede yetersiz kalabileceğine işaret etmektedir. Bu bulgular, benzer metropollerde geliştirilecek kentsel ısı adası etkisiyle mücadelede başvurulabilecek eylem planları için yol gösterici nitelik taşımaktadır.

Compliance with Ethical Standards / Etik Standartlara Uyum

Conflict of Interest (Çıkar Çatışması):

[TR] Yazar ve diğer üçüncü kişi ve kurumlarla çıkar çatışmasının olmadığını veya varsa bu çıkar çatışmasının nasıl oluştuğuna ve çözüleceğine ilişkin beyanlar ile yazar katkısı beyan formları makale süreç dosyalarına ıslak imzalı olarak eklenmiştir.

[EN] The author(s) declare that they do not have a conflict of interest with themselves and/or other third parties and institutions, or if so, how this conflict of interest arose and will be resolved, and author contribution declaration forms are added to the article process files with wet signatures.

Ethics Committee Approval (Etik Kurul İzni):

[TR] Bu makale için etik kurul iznine gerek yoktur. Buna ilişkin ıslak onam formu, makale süreci dosyalarına eklenmiştir.

[EN] Ethics committee approval is not required for this article. The corresponding wet consent form has been added to the article process files.

Financial Support (Finansal Destek):

[TR] Bu çalışmada herhangi bir finansal destek bulunmamaktadır.

[EN] This study did not receive any financial support.

Acknowledgement (Teşekkür):

[TR] Bu çalışma kapsamında teşekkür edilecek kişi veya kurum bulunmamaktadır.

[EN] There are no individuals or institutions to be acknowledged in this study.

Kaynakça

- Akbari, H. ve Kolokotsa, D. (2016). Three decades of urban heat islands and mitigation technologies research. *Energy and Buildings*, 133, 834–842.
- Alexander, P. J. ve Mills, G. (2014). Local climate classification and Dublin's urban heat island. *Atmosphere*, 5(4), 755–774.
- Ankara Büyükşehir Belediyesi. (2019). *Ankara sürdürülebilir enerji eylem planı*. <https://www.ankara.bel.tr/>
- Ankara Büyükşehir Belediyesi. (2021). *Ankara kentsel dönüşüm stratejisi*. <https://www.ankara.bel.tr/>
- Ankara Büyükşehir Belediyesi. (2022). *Batıkent kentsel dönüşüm alanı termal konfor raporu*. <https://www.ankara.bel.tr/>
- Apa, Z. ve Kesgin Atak, B. (2022). Analysing spatial and temporal change of land cover/land use in the case of Bornova district, Izmir. *Journal of Architecture, Engineering ve Fine Arts*, 4(2), 264–277.
- Belgil, E. E. (1995). *Güç kaynakları ve bunların ortam faktörleri ile ilişkisi* [Yüksek lisans tezi], ProQuest Dissertations ve Theses Global.
- Birleşik Devletler Çevre Koruma Ajansı (United States Environmental Protection Agency [EPA]). (2003). *Cooling summertime temperatures: Strategies to reduce heat islands*. U.S. Environmental Protection Agency.
- Birleşmiş Milletler (UN). (2022). *Paris Agreement*. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- Bursa Büyükşehir Belediyesi. (2018). *Bursa iklim değişikliği uyum stratejisi*. <https://www.bursa.bel.tr/>
- C40 Cities Climate Leadership Group. (2021). *How to reduce urban heat island effect: A practical guide for cities*. C40 Knowledge Hub. <https://www.c40knowledgehub.org/>
- Cheela, V. S., John, M., Biswas, W. ve Sarker, P. (2021). Combating urban heat island effect— A review of reflective pavements and tree shading strategies. *Buildings*, 11(3), 93.
- Chen, X., Zhao, H., Li, P. ve Yin, Z. (2017). Remote sensing image-based analysis of the urban heat island effect in the Pearl River Delta, China. *Remote Sensing*, 9(5), 410.
- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2021). *İklim değişikliği uyum stratejisi ve eylem planı*. <https://iklim.gov.tr>

- Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı. (2025). *Türkiye kentsel yeşil alan istatistikleri ve yeşil bina karnesi 2024*. <https://iklim.gov.tr>
- Çevre ve Şehircilik Bakanlığı. (2010). *Türkiye'nin iklim değişikliği stratejisi (2010–2023)*. <https://webdosya.csb.gov.tr/>
- Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı. (2022). *Türkiye'nin iklim-nötr ve akıllı şehirler ağı katılım stratejisi*. <https://www.sbb.gov.tr/> (Erişim tarihi: 7 Eylül 2025)
- D-maps. (2025). *Tokyo municipalities*. https://d-maps.com/carte.php?num_car=132359 (Erişim tarihi: 25 Ekim 2025)
- Duman Yüksel, Ü. ve Yılmaz, O. (2008). Kentsel ısı adası oluşumunun arazi kullanımı ile ilişkisi. *Türkiye Kentsel Isı Adası Sempozyumu Bildiriler Kitabı*, 45–60.
- Deosthali, V. ve Dhorde, A. (2017). Assessment of urban heat island effect in Mumbai using remote sensing and GIS techniques. *International Journal of Urban Sciences*, 21(2), 180–203.
- Elgendy, K. (2022). Mitigating urban heat island effects in arid environments: The case of Abu Dhabi and Dubai. *Sustainable Cities and Society*, 76, 103415.
- European Commission. (2008). *Covenant of Mayors for Climate ve Energy*. https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-strategy/covenant-mayors_en
- European Commission. (2019). *The European Green Deal (COM(2019) 640 final)*. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52019DC0640>
- European Commission. (2021). *EU strategy on adaptation to climate change*. https://ec.europa.eu/clat/eu-action/adaptation-climate-change/eu-adaptation-strategy_en
- Gaffin, S. R., Rosenzweig, C., Eichenbaum-Pikser, J., Khanbilvardi, R. ve Susca, T. (2008). *A temperature and seasonal energy analysis of green, white, and black roofs*. Columbia University, NASA Goddard Institute for Space Studies.
- Global Covenant of Mayors for Climate ve Energy (GCoM). (2023). *Our mission*. <https://www.globalcovenantofmayors.org/about/>
- Gaziantep Büyükşehir Belediyesi. (2017). *Gaziantep sürdürülebilir ulaşım projesi*. <https://www.gaziantep.bel.tr/>
- Gunawardena, K. R., Wells, M. J. ve Kershaw, T. (2017). Utilising green and bluespace to mitigate urban heat island intensity. *Science of the Total Environment*, 584–585, 1040–1055.
- ICLEI – Local Governments for Sustainability. (2023). *Who we are*. <https://iclei.org/>
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2018). *İstanbul iklim değişikliği eylem planı*. <https://www.ibb.istanbul/>

- İstanbul Büyükşehir Belediyesi. (2020). *Sürdürülebilir kentsel gelişim ağı: Yeşil altyapı ve enerji verimliliği projeleri*. <https://www.ibb.istanbul/>
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi (İBB). (2023). *İstatistiklerle İstanbul 2022*. <https://www.ibb.istanbul>
- İstanbul Büyükşehir Belediyesi Ulaşım Daire Başkanlığı. (2021). *Ulaşım ve enerji istatistikleri*. <https://www.ibb.istanbul>
- İzmir Büyükşehir Belediyesi. (2021). *İzmir yeşil şehir eylem planı*. <https://www.izmir.bel.tr/>
- İzmir Çevre ve Şehircilik İl Müdürlüğü. (2021). *İzmir kıyı dolgu alanları çevresel etki değerlendirme raporu*. <https://izmir.csb.gov.tr>
- Japon Meteoroloji Ajansı (JMA). (2023). *Climate change monitoring report*. <https://www.jma.go.jp/jma/indexe.html>
- Japon Ulaştırma Bakanlığı (MLIT). (2021). *Urban transportation census*. https://www.tr.emb-japan.go.jp/itpr_ja/11_000001_00067.html
- Japon Ulaştırma Bakanlığı. (2025). *Urban transportation census 2024*. <https://www.mlit.go.jp/en/index.html>
- Jim, C. Y. ve Chen, W. Y. (2003). Comprehensive greenspace planning based on landscape ecology principles in compact Nanjing city, China. *Landscape and Urban Planning*, 65(3), 95–116.
- Karakounos, S. (2019). *Ankara'da kentsel ısı adası etkisinin uzaktan algılama ve istatistiksel yöntemlerle analizi* (Yüksek lisans tezi). Hacettepe Üniversitesi.
- Ketterer, C. ve Matzarakis, A. (2016). Human-biometeorological assessment of heat stress reduction by replanning measures in Stuttgart, Germany. *Landscape and Urban Planning*, 148, 37–50.
- Kim, H. H. (1992). Urban heat island. *International Journal of Remote Sensing*, 13(12), 2319–2336.
- Kolokotroni, M. ve Giridharan, R. (2008). Urban heat island intensity in London: An investigation of the impact of physical characteristics on changes in outdoor air temperature during summer. *Solar Energy*, 82(11), 986–998.
- Li, X., Zhou, Y., Asrar, G. R. ve Zhu, Z. (2017). The surface urban heat island response to urban expansion: A case study in the Beijing-Tianjin-Hebei metropolitan area. *Remote Sensing of Environment*, 198, 1–12.
- Mills, G. (2008). Luke Howard and the climate of London. *Weather*, 63(6), 153–157.
- Murakami, S., Yoshida, K. ve Watanabe, T. (2022). Wind corridor effects in high-density Tokyo. *Building and Environment*, 208, 108602.

- Nuruzzaman, M. (2015). Urban heat island: Causes, effects and mitigation measures—A review. *International Journal of Environmental Monitoring and Analysis*, 3(2), 67–73.
- Oke, T. R. (1973). City size and the urban heat island. *Atmospheric Environment*, 7, 769–779.
- Oke, T. R. (1982). The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, 108(455), 1–24.
- Resmî Gazete. (1983). *Çevre Kanunu* (Kanun No: 2872). <http://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/18132.pdf>
- Resmî Gazete. (1985). *İmar Kanunu* (Kanun No: 3194). <http://www.resmigazete.gov.tr/arsiv/18749.pdf>
- Resmî Gazete. (2007). *Enerji Verimliliği Kanunu* (Kanun No: 5627). <http://www.resmigazete.gov.tr/eskiler/2007/05/20070502-1.htm>
- Rockefeller Foundation. (2014). *100 resilient cities*. <https://www.rockefellerfoundation.org/100-resilient-cities/>
- Rosenzweig, M. R. (2011). Global wage differences and international student flows. *Brookings Trade Forum 2006*, 57–86.
- Saygılı, R. (2018). *Türkiye yerleşim haritaları*. http://cografyaharita.com/turkiye_yerlesme_haritalari.html (Erişim tarihi: 25 Ekim 2025)
- Schubert, S. ve Grossman-Clarke, S. (2018). The influence of green areas and roof albedos on air temperatures during extreme heat events in Berlin, Germany. *Meteorologische Zeitschrift*, 27(3), 185–195.
- Stewart, I. D. ve Oke, T. R. (2012). Local climate zones for urban temperature studies. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 93(12), 1879–1900.
- Stone, B. ve Rodgers, M. O. (2001). Urban form and thermal efficiency: How the design of cities influences the urban heat island effect. *Journal of the American Planning Association*, 67(2), 186–198.
- Şensoy, S., Şahin, L., Yılmaz, E., Türkoğlu, N., Çiçek, İ., Darende, V. ve Yazıcı, B. (2017). Antalya yüzey ısı adası özelliklerinin uydu verileri ile analizi [Sözlü bildiri]. *III. Meteorolojik Uzaktan Algılama Sempozyumu*, Antalya, Türkiye.
- Tokyo Büyükşehir Belediyesi. (2019). *Tokyo climate change adaptation policy ve strategy*. Bureau of Environment. <https://www.english.metro.tokyo.lg.jp/>
- Tokyo Büyükşehir Belediyesi. (2021). *Cool Tokyo strategy: Overcoming urban heat island effect*. <https://www.metro.tokyo.lg.jp>
- Tokyo Büyükşehir Belediyesi. (2022). *Tokyo environmental white paper 2022*. Bureau of Environment. <https://www.english.metro.tokyo.lg.jp/>

- Tokyo Büyükşehir Belediyesi. (2023). *Annual report on infrastructure development*. <https://www.english.metro.tokyo.lg.jp/>
- Türkiye Belediyeler Birliği [TBB]. (2015). *İklim değişikliği çalışma grubu raporu*. <https://www.tbb.gov.tr/>
- Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ). (2022). *Yük tevzi bilgileri*. <https://www.teias.gov.tr/>
- Türkiye Elektrik İletim A.Ş. (TEİAŞ). (2025). *2024 yılı yük tevzi bilgileri ve enerji istatistikleri raporu*. <https://www.teias.gov.tr/>
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK). (2023). *Belediye atık istatistikleri ve belediyelerin yeşil alan miktarları*. <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Atik-Istatistikleri-2022-49570> (Erişim tarihi: 5 Eylül 2025)
- United Nations. (1992). *United Nations Framework Convention on Climate Change*. <https://unfccc.int/resource/docs/convkp/conveng.pdf>
- United Nations. (2015). *Paris Agreement*. https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf
- United Nations. (2017). *New urban agenda*. <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-English.pdf>
- United Nations. (2018). *UN-Habitat and the EU urban agenda*. <https://unhabitat.org/>
- Ünal, Y. (2020). *İstanbul Boğazı'nın kentsel klimatoloji ve ısı adası etkisi üzerine termodinamik etkileri* (Doktora tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi]. <https://tez.yok.gov.tr>
- Wang, Z., Ishida, Y. ve Mochida, A. (2023). Effective factors for reducing land surface temperature in each local climate zone built type in Tokyo and Shanghai. *Remote Sensing*, 15(15), 3840.
- Wilby, R. L. (2008). Constructing climate change scenarios of urban heat island intensity and air quality. *Environment and Planning B: Planning and Design*, 35(5), 902–919.
- Yang, F., Lau, S. S. Y. ve Qian, F. (2011). Urban design to lower summertime outdoor temperatures: An empirical study on high-rise housing in Shanghai. *Building and Environment*, 46(4), 769–785.
- Yüksel, Ü. D. ve Yılmaz, O. (2008). Ankara kentinde kentsel ısı adası etkisinin yaz aylarında uzaktan algılama ve meteorolojik gözlemlere dayalı olarak saptanması ve değerlendirilmesi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 23(4), 937–952.
- Yüksek, İ. ve Örmecioğlu, H. T. (2019). Kentsel ısı adası etkisinin azaltılmasında kent planlama ve tasarım stratejileri. *Planlama*, 29(2), 148–163.