

SUGGESTIONS FOR THE PARAMETRIZATION OF URBAN CHARACTERISTICS TO INCREASE THE CLIMATE – RESILIENCE OF CITIES IN TÜRKİYE

Süleyman TOY - Zeynep EREN

ABSTRACT

Cities shelter specific physical characteristics which impact climate elements at micro, local, regional, and global scales. Depending on such unfavourable features, cities contribute to climate change one side and adversely affect the human quality of life and socio-economic development. Therefore, it is important to identify, parameterize, measure, monitor and evaluate these urban characteristics in a site-specific manner, and turn them into data to create climate-adapted and climate-resilient cities. In this study, some unique suggestions are proposed for Turkey regarding the classification and parameterization of urban characteristics effective on climate elements, the conversion of these parameters into data, and the monitoring and evaluation of meteorological parameters along with this data.

Keywords: Urban Form, Urban Heat Island, Urban Meteorology, Climate Change

Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi Mimarlık ve Tasarım Fakültesi Şehir ve Bölge Planlama Bölümü

Mail: suleyman.toy@atauni.edu.tr

 ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-3679-280X>

Prof. Dr., Atatürk Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Çevre Mühendisliği Bölümü

Mail: zeren@atauni.edu.tr

 ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-1633-2547>

Makale Atıf Bilgisi: Toy, S. ve Eren, Z. (2023). "Türkiye'de Kentlerin İklim Dirençliliğini Arttırmak İçin Kentsel Özelliklerin Parametre Haline Getirilmesine Yönelik Öneriler". *Çevre, Şehir ve İklim Dergisi*. Yıl: 2. Sayı: 4. ss. (324-347)

Makale Türü: Derleme
Geliş Tarihi: 09.05.2023
Kabul Tarihi: 03.07.2023
Yayın Tarihi: 31.07.2023
Yayın Sezonu: Temmuz 2023

TÜRKİYE'DE KENTLERİN İKLİM DİRENÇLİLİĞİNİ ARTTIRMAK İÇİN KENTSEL ÖZELLİKLERİN PARAMETRE HALİNE GETİRİLMESİNE YÖNELİK ÖNERİLER

Süleyman TOY - Zeynep EREN

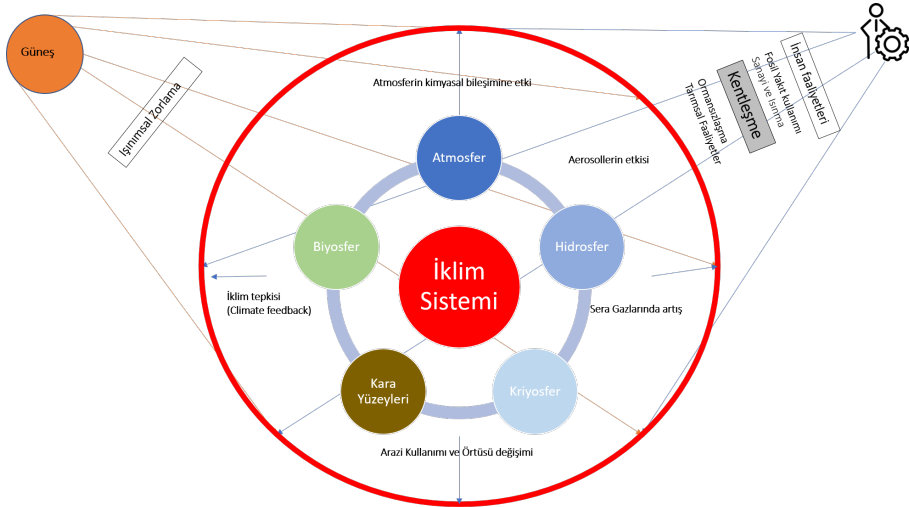
ÖZ

Kentler iklim elemanlarını mikro, yerel, bölgesel ve küresel ölçekte etkileyen özelliklere sahiptir. Bu olumsuz özellikleri nedeniyle kentler bir yandan iklim değişikliğine katkı verirken diğer yandan içinde yaşayan insanların yaşam kalitesini ve sosyoekonomik gelişmeyi olumsuz yönde etkilemektedir. Bu nedenle, kentlerin iklim elemanlarına etki eden özelliklerinin yere – özel belirlenmesi, parametre ve veri haline getirilerek ölçümü, izlenmesi ve değerlendirilmesi iklime uyumlu ve iklim tehlike ve risklerine dirençli kentler oluşturmak açısından önemli bir gerekliliktir. Bu çalışma kapsamında kentlerin iklim elemanlarına etki eden özelliklerinin sınıflandırılması, parametre ve veriye dönüştürülmesi, bu verilerle beraber meteorolojik parametrelerin izleme ve değerlendirilmesinin yapılması ile ilgili Türkiye özelinde öneriler sunulmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Kent Formu, Kentsel Isı Adası, Şehir Meteorolojisi, İklim Değişikliği

1. Giriş

İklim, birbirini etkileyen farklı bileşenlerden oluşan karmaşık bir sistemi ve bu sistemdeki değişimlerin istatistiksel seyrini ifade etmektedir (Türkeş 2010; IPCC 2018). Bu sistem içerisinde atmosferin fiziksel ve kimyasal özellikleri, geniş su yüzeyleri (hidrosfer; su küre), buzullar ve uzun süreli kar örtüsü (kriyosfer), kara yüzeyleri ve canlılar (biyosfer) temel bileşenlerdir. İklim sistemi çeşitli dışsal zorlama mekanizmalarına maruz kalarak etkilenmekte ve değişime zorlanmaktadır. Bu zorlama mekanizması içerisinde en önemli faktörler güneşin etken olduğu ışınımsal zorlama (radiative forcing) ve kara yüzeylerinin değişken özellikleridir (IPCC 2018; Türkeş 2020). Bunun yanında, sistem bileşenlerinin etkileşiminden meydana gelen pek çok fiziksel, kimyasal ve biyolojik olay da dışsal zorlama mekanizması içerisinde yer almaktadır. İklim sistemine doğrudan etki eden insan faaliyetleri de dışsal bir zorlama olarak değerlendirilmektedir (IPCC 2018). Kentleşme iklim değişikliğine neden olan önemli insan faaliyetleri arasında yer almaktadır (Şekil 1).



Şekil 1. İklim sistemi, dışsal zorlamalar ve kentleşmenin yeri (IPCC 2018'e dayanarak hazırlanmıştır)

Kentlerde insan kaynaklı etkiler nedeniyle;

- Güneş radyasyonunun daha fazla tutularak ısıya dönüştürüldüğü (sanayi, evsel ve trafik kaynaklı sera gazı ve aerosol üretimi nedeniyle),
- Yatay hava hareketleri engellenerek hava ile yüzeyler arası ısı değişiminin ve soğumanın azaldığı (binaların ve yüzey pürüzlülüğünün etkisi),
- İlave ısı üretilerek kent ortamına salındığı (sanayi, evsel ısınma- soğutma ve motorlu taşıt trafiği nedeniyle yanma kaynaklı ısı salımı)

- Yapılı (kaplı) yüzeylerin buharlaşmayı engellemesiyle buharlaşma kaynaklı ısı kayıplarının azaldığı

ve bu yüzden kentlerin çevrelerine göre başta daha sıcak olmak üzere farklı iklim özellikleri sergilediği Luke Howard’ın 1800’lü yılların başında Londra’da yaptığı çalışmalardan bu yana bilinmektedir (Howard 1820; Landsberg 1981; WMO 2023).

Bahsi geçen mikro, yerel ve orta (meso) ölçekli kentsel özellikler ile meteorolojik parametreler arasındaki ilişkilerin uzun yıllara dayalı olarak ölçümü, izleme ve değerlendirmesinin yapılması yenilikçi çözümler üreterek kentlerin iklim elemanlarına etkilerini azaltmak ve iklim değişikliğine uyum kapasitelerini arttırmak açısından son derece önemlidir (Kazancı ve Tezer 2021).

Bu çalışmada, kentlerin farklı iklim özellikleri göstermesine neden olan kentsel özellikler ile iklim elemanlarında yaşanan değişimler arasındaki ilişkinin ölçülmesi, izleme ve değerlendirme yapılmasına yönelik olarak hazırlanan çalışmalardan yararlanarak Türkiye’de yapılacak çalışmalarda dikkate alınabilecek kentsel özelliklerin parametre haline getirilmesi ve bu parametrelere ait veri setleri ve kaynakları açısından önerilerde bulunulmuştur. Bu kapsamda uzun soluklu bir çalışmanın ardından Dünya Meteoroloji Örgütü tarafından kentsel özelliklerin iklim elemanlarına etkisinin izlenmesi açısından rehber kaynak olan WMO (2023)’den yararlanılmıştır. Kentlerin iklim değişikliğine etkilerine odaklanan çalışmalardan kentlerde iklim özelliklerini değişime zorlayan kentsel özelliklerin yere – özel belirlenmesi, bu özelliklerin ölçümü, izleme ve değerlendirilmesine yönelik parametre ve veri oluşturma ile ilgili genel bir çerçeveye çizilmesi amaçlanmıştır.

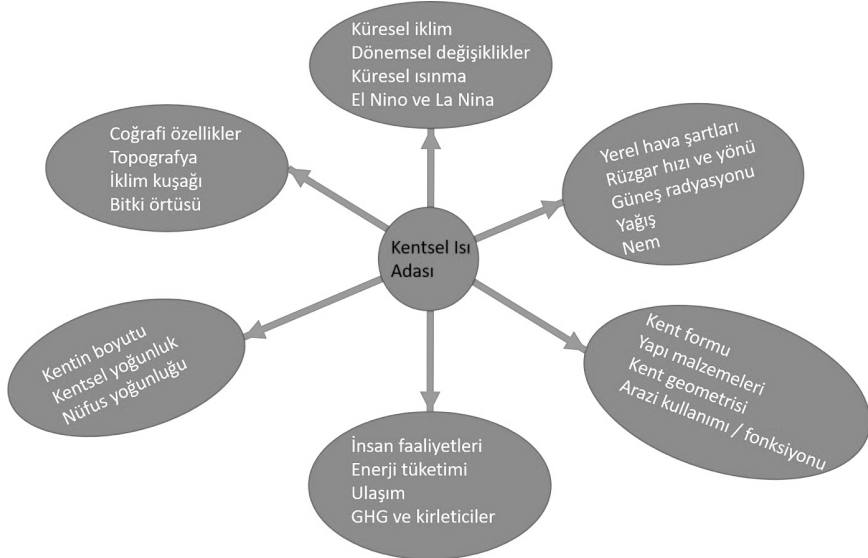
2. Kentlerin iklim özelliklerini değişime zorlayan etkiler

Kentler, yeryüzünde en yüksek sera gazı emisyonu üreten insan faaliyetlerine ev sahipliği yapan alanlardır (UNEP 2023). Alansal olarak yeryüzünün sadece %2 ila 3’ü arasında bir büyüklüğe sahip olan kentler (Liu et al. 2014) en yüksek miktarda CO₂ üreten ulaşım, yapılaşma ve sanayi üretimi gibi faaliyetlerin de yer aldığı insan kaynaklı etkiler nedeniyle dünyada üretilen CO₂ emisyonunun tek başına %75’inden sorumludur (UNEP 2023). Bu özellikleri ile kentler bir yandan küresel anlamda iklim sistemini zorlayarak iklim değişikliğine katkı sağlarken diğer yandan iklim değişikliğinin etkilerine dünyanın diğer alanlarına göre daha fazla maruz kalmaktadır (IPCC 2018; Milesi and Churkina 2020). Bu yüksek maruziyet ve etkilenebilirlik seviyesinin nedeni kent nüfusunun hızlı artışıdır. Sanayi Devrimiyle başlayan ve bugün dahi devam eden kırdan kente insan hareketi 1920’lerde dünya genelinde kent nüfusunu toplam nüfusun %14’üne ulaştırırken 2008 yılında ilk defa kentli nüfus kır nüfusunu geçmiştir

(UNDP 2009; UNDP 2014). Fiziksel ve sosyoekonomik bakımdan her geçen gün büyüyen kentler bugün dünya nüfusunun yarısından fazlasını barındırırken 2050 yılında bu oranın %70'lere ulaşacağı öngörülmektedir (UN DESA 2018).

Kentsel alanlarda insan faaliyetleri sonucu üretilen sera gazı ve partikül madde (aerosol) emisyonunun ve kentleşmenin neden olduğu fiziksel farklılaşmanın kent ısı dengesini bozması kent iklimlerini yakın çevresindeki doğal (kırsal) alanlarda hüküm süren iklim özelliklerinden farklılaştıran iki ana neden olarak görülmektedir (Oke 1973, Landsberg 1981; Arnfield 2003). Kırsal alanlara göre kent iklimlerinde ortaya çıkan mikro, yerel ve orta ölçekli farklılaşmalar (WMO 2023) kentsel ortamın ısı ve su buharı (nem) dengesinin değişmesiyle başlayıp bölgesel ve küresel iklim özelliklerine de etki edebilmektedir (Arnfield 2003). Mekânsal – fiziksel, sosyal ve ekonomik değişkenlere bağlı olarak şiddeti ve oluşum sıklığı artan bu farklılaşmalar geçtiğimiz yüzyılın başından itibaren fark edilmiş ve kentsel alanlar eş sıcaklık (izoterm) haritalarında geniş ve soğuk bir bölge içinde kalan sıcaklık adaları görünümünde oluşu için bu duruma "kentsel (şehir) ısı adaları" denilmiştir (Oke et al. 2017; WMO 2023).

Kentsel iklim özelliklerinin çevrelerine göre farklılık göstermesi makro düzeyde Şekil 2'de özeti verilen faktörler nedeniyle gerçekleşmektedir (Peng et al. 2019; Wai et al. 2022; Thanvisitthpon 2023). Bu nedenle kent ortamında hava çevresindeki doğal alanlara göre daha sıcak, daha rüzgarsız (boğucu), daha kuru (nemsiz) ve daha kirlidir (gaz ve partikül madde bakımından). Bu nedenle insan yaşamının olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır (Arifwidodo ve Chandrasiri 2020, Milesi and Churkina 2020).



Şekil 2. Kent iklimi özelliklerini değişime zorlayan etkilerin sınıflandırılması (Wai et al. 2022)

Kent iklimlerine küresel iklim değişikliğinin etkileri; genel küresel sirkülasyondaki değişiklikten ve ısınmadan mekânsal ve dönemsel olarak etkilenme nedeniyle kentlerin de bu etkilere maruz kalarak farklı iklimsel ve meteorolojik özellikler göstermesi söz konusudur. Sıcak hava dalgaları, yağış rejimlerinde ortaya çıkan farklılaşma gibi etkiler kentsel meteorolojik ve klimatolojik durumları da etkilemektedir.

Yerel hava şartlarının etkisi; diğer faktörlere de bağlı olarak kentlerin kurulduğu bölgede hakim rüzgar yönü ve şiddeti, güneşlenme süresi ve şiddeti, kapalı (bulutlu) – açık gün sayısı gibi doğrudan kentsel ısı dengesini bozabilecek özellikler yerel hava şartlarına bağlı olarak değişebilmektedir. Yerel meteorolojik koşullar kentsel yüzeylerde ısı değişim süreçlerini ve güneş radyasyonunun alınması ve gönderilmesi dengesini etkilemektedir (WMO 2023).

Kent formunun etkisi; kent morfolojisini ve formunu tanımlayan fiziksel öğeler arasında bina ve cadde özellikleri, açık alanlar, parseller ve yapısal yoğunluk gibi özellikler yer almaktadır. Bu kapsamda kent iklimleri üzerinde etkili olan fiziksel öğeler; sokak örüntüleri, bina formları ve ölçekleri, yerleşim dokuları, açık ve yeşil alan sistemleri gibi morfolojik analizin ana elemanlarıdır. Bu elemanlar aynı zamanda sosyoekonomik ve kültürel yapıdan da etkilenmektedir (Sınmaz ve Özdemir 2016). Kullanılan yapı malzemeleri (asfalt, bina kaplamaları vb.), kent geometrisi (3 boyutlu yapıların / binaların yerleşimi – yer seçimi, kent kanyonu), kentsel fonksiyonlar (sanayi, konut vb.) kentsel ortamda albedo ve ısı tutma kapasiteleri nedeniyle ısı dengesine etki eden faktörlerdir. Kentler ayrıca yapılı yüzeyleri nedeniyle güneş ışınlarının çarparak emileceği ya da yansıtılacağı yüzeylere kırsaldan daha fazla büyüklükte sahiptirler (Stewart ve Oke, 2012). Kentlerde dikey yükselen yapı yüzeyleri fazladan yüzeyler oluşturmakta ve bu da kısa dalga güneş radyasyonuna daha fazla maruz kalınmasına neden olmaktadır. Yüksek binalar arasından gökyüzünün dikine görüş sahası (Sky View Factor) kentlerde oldukça düşüktür (Zeng et al 2018). Bu durum yansıyan uzun dalga radyasyonun kaybını önlemekte ve fazladan ısınmaya neden olmaktadır. Yine yüksek binaların oluşturduğu kanyon geometrisi (Oke, 1981) nedeniyle kentlerde hava hareketleri yavaşlamakta ve türbülansla / adveksiyonla ısı taşınımı azalmaktadır. Kentsel yüzeylerin pürüzlülüğü (yüksek binaların varlığı) yatay (advektif) hava hareketlerini sınırlandırırken dışarıdan gelen kuvvetli rüzgarları kırıcı etkiye sahiptir. Dolayısıyla, kentler rüzgarsız bir havaya sahiptir. Kent formundan ortaya çıkan iklim elemanlarını etkileyen unsurları üç grupta toplamak gerekirse bunlar kentsel yapılar ve yüzeyleri (urban fabric; gün boyu daha yüksek oranda ısı depolar ve geceleri bu ısıyı salarlar), kentsel yüzey geometrisi (urban surface geometry; karmaşık 3 boyutlu formları ile gökyüzü görüş faktörünü azaltır ve bina ve cadde cepheleri nedeniyle yerden ısı kaybını azaltır) ve kentsel geçirimsiz yüzeyler (urban imperviousness; buharlaşması

gereken yer altı sularının birikmesini ve buharlaşmasını engelleyerek ortamdan buharlaşmayla kaybolması gereken gizli ısının hissedilir ısı olarak ortamda bulunmasını sağlar; WMO 2023).

İnsan faaliyetlerinin etkisi; kentlerde gerçekleşen üretim ve yaşam faaliyetleri (sanayi, barınma, ulaşım) kaynaklı enerji üretim ve tüketimi faaliyetleri neticesinde ortaya çıkan sera gazları ve partikül maddelerin yine kentte atmosfer özelliklerini bozduğu ve uzun dalga boylu güneş radyasyonunu daha fazla tutarak fazladan ısınmaya (antropojenik ısı) neden olduğu bilinmektedir. Kent ortamında güneş enerjisinden kaynaklanan bu ilave ısınmalara ek olarak yine insan faaliyetleri sırasında üretilen ısının salımı da söz konusudur (Oke et al 2017; Dai et al. 2022).

Kent büyüklüğünün etkisi (City Size); yüzey alanı olarak kentleşmiş (yapılaşmış) alanın büyüklüğü, kentsel yapılaşmış alanın yoğunluğu (yeşil alanın olmayışı, kaplı ve yapılı yüzeylerin yoğunluğu) ile nüfusun birim alanda yüksek yoğunluğu (bireysel olarak vücut ısıları) kentlerin ısı dengesini bozan faktörler arasındadır. Yüzeylerin alansal büyüklüğüne ilave olarak bu yüzeyleri oluşturan materyallerin yapısı ve termal özellikleri daha yüksek ısı tutma ve iletme kapasitesine sahip olmalarına neden olmaktadır (Bernabé et al 2015). Kentsel ortamlarda bahsedilen bu yüzeyler aynı zamanda su geçirimsiz kaplı yüzeyler olduğundan düşen yağış suları oldukça hızlı biçimde yüzey akışına geçerek uzaklaşmaktadır. Buna ilave olarak kent ortamı bir başka nem kaynağı olan yeşil alanlardan da yoksun olduğu için bu alanlardan gelecek terleme ve buharlaşma (evapotranspirasyon) kaynaklı nem de daha azdır (Najah 2023; WMO 2023).

Coğrafi özelliklerin kent iklimine etkisi; kentlerin bulunduğu alanların topoğrafyası (ova, dağ yamacı vb.), soğuk ya da ılıman iklim bölgesinde yer alması (kış kenti, deniz iklimi bölgesi vb.) ve bitki örtüsü (orman ya da step bölgesiyle çevrili olması) kent iklimlerinin çevrelerine göre az ya da çok farklılaşmalarında etkili olmaktadır.

Sonuç olarak yukarıda anlatılan özellikler kentlerde hüküm süren iklim özelliklerinin çevrelerine göre farklılaşmasını sağlamaktadır. Bu faktörler arasından küresel iklim sisteminde oluşan değişimler, coğrafi ve yerel meteorolojik şartlar nispeten müdahale edilemeyecek şartlar olarak değerlendirilmektedir. Diğer faktörler ise doğrudan kentlerin kendi fiziksel ve sosyoekonomik özelliklerine bağlı olduğu için planlama ve tasarım ilkelerine uygun hareket ederek doğrudan müdahale ile iyileştirilebilecek özelliklerdir. Bu nedenle bu özelliklerin sınıflandırılması, izleme ve değerlendirmesini yapmak için parametreler haline getirilerek standart veri üretilmesi kentlerin iklim değişikliğine dirençli hale gelmeleri, azaltım ve uyum tedbirleri geliştirilmesi ve daha yaşanabilir hale gelmesi için önemlidir.

Tablo 1. Kent iklimleri üzerinde etkili olan parametrelerin ölçek büyüklüğüne göre sınıflandırılması (WMO 2023'ten türetilmiştir.)

Ölçek	Kent formu	Yatay mesafe (HL)	İlgili parametreler
Mikro	Yapılı alan yüzeyleri (cephe, çatı, duvar, yollar)	1-10 m	Yapı malzemeleri
	Bina	10+ m	H
	Cadde, kanyon	30-200 m	H, W
Yerel	Engel (blok özelliği gösteren yapılar, kanyonlarla sınırlandırılmış alanlar, çevrilmiş alanlar, bahçeler)	300-500 m	λp , Hmax, σH
	Mahalleler	1-2 km	λp , Hmax, σH
Mezo	Kentsel alan (kent merkezinden düşük yoğunluklu konut alanlarına kadar olan alanlar)	10-100 km	λp , Hmax, σH
Bölgesel	Bölge (kentsel ve kentsel özelliği olmayan çevresel alanlar)	>100 km	λp , Hmax, σH

H: bina / kent kanyonu yüksekliği; W: cadde /kent kanyonu genişliği, λp : bina alanının plan alanına oranı (TAKS/KAKS); Hmax: maksimum bina yüksekliği; σH : H yüksekliğinin standart sapması

4. Kent iklimi çalışmalarında elde edilmesi gereken veri setleri ve kaynakları

Dünya Meteoroloji Örgütü'nün kentsel ısı adasının ölçümü, modellenmesi ve izlenmesiyle ilgili yayınladığı rehberde (WMO 2023) kentlerin kurulduğu coğrafi alanın özellikleri dışında kentsel alanların iklim elemanları üzerinde etkili olan özellikleri ele alınmıştır. Bu özelliklerin kentlere ve kent içindeki alanlara göre değişiklik gösterebilen 3 ana kategoriye ayrılabilceği belirtilmiştir (Tablo 2; WMO 2023). Bunlar;

1. Kentsel yapılı alanın formu
2. Vejetasyon ve diğer arazi örtüsü tipleri
3. Kentsel fonksiyonlar (insan faaliyetleri)

Bahsedilen bu kentsel özelliklere coğrafi özellikler de eklendiğinde elde edilen dört kategoride yer alan özelliklerin iklim elemanlarını etkileme durumları ve bu durumları takip etmek için gereken parametreler Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. İklim elemanlarını etkileyen özellikler ve takip edilecek parametreler (WMO 2023’ten türetilmiştir)

Özellik tipi	Yapılı alanın formu	Vejetasyon ve diğer arazi örtüsü tipleri	Kentsel fonksiyonlar (insan faaliyetleri)	Coğrafi yapı
İlgili parametreler	Morfoloji (bina yükseklikler, formları, yoğunluğu, yüzey kaplaması tipleri, pürüzlülük düzeyi) Yapı materyalleri (ısı tutma kapasitesi, ısı geçirgenlikleri, albedo, ısı yayma kapasitesi, toprak yüzeylerin tekstürü)	Morfoloji (ağaçların formu vb.) Bitki fenolojisi, Toprak özellikleri Su yüzeyleri	Arazi kullanımı (fonksiyonu) Emisyonlar (ısı, su, aerosoller, gazlar) İnsan davranışları (hareketlilik alışkanlıkları) Ulaşım (araba, motosiklet, tren)	Arazi özellikleri, (rakım, eğim, baki) Geniş açık su yüzeyleri Enlem

Yukarıda verilen özellikler ile kentlerin iklim elemanları üzerinde mikro, yerel ve mezo ölçeklerdeki etkilerinin kesişiminden elde edilen parametreler, bu parametrelerin takibi için gerekli olan veriler, verilerin kaynakları, Türkiye’de bu verilerin karşılığı ve nereden elde edilebileceği ile ilgili bilgiler Tablo 3’de verilmiştir.

Tablo 3. Kent iklim özelliklerini etkileyen parametrelerin, bunlara ait verilerin ve kaynaklarının dünya ve Türkiye özelinde ele alınması (WMO 2023’ten uyarlanmıştır)

1. Kentsel fonksiyonları karakterize eden insan faaliyetlerine ait parametreler ve veri kaynakları (uygun ölçekte)				
Fonksiyon (insan faaliyetleri)	Veri setleri		Veri kaynakları	
	Genel	Türkiye özelinde	Genel	Türkiye özelinde
Arazi kullanımı	Şehir ve bölge planlama haritaları	Fiziki planların mekânsal analizleri (Çevre Düzeni Planları; 1/5000 – 1/1000 Nazım İmar Planları) Özel amaçlı sektörel haritalar (arazi sınıfları vb.)	- Kent yönetimleri - Tarım müdürlüğü (kırsal tarım arazileri) - Copernicus, bölgesel ölçekte USGS	-Yerel yönetimler (Belediyeler, Büyükşehir Belediyeleri, İl Özel İdareleri) - Tarım ve Orman Bakanlığı - Harita Genel Müdürlüğü - Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı (ÇŞİDB) Mekansal Planlama Genel Müdürlüğü

<p>Antropojenik emisyonlar</p> <p>– Enerji kullanımı</p> <p>– Isı emisyonu</p>	<p>Yakıt tüketim değerleri</p> <p>Bina inşaatı verileri</p> <p>– Sosyoekonomik veriler</p>	<p>Akaryakıt (petrol – LPG) kullanımı (Motorlu araçlar için)</p> <p>Doğal gaz kullanımı (Sanayi ve evsel ısıtma)</p> <p>Kömür kullanımı (Sanayi ve evsel ısıtma)</p> <p>Elektrik kullanımı (Sanayi ve evsel)</p> <p>Sosyoekonomik Gelişmişlik Endeksi (SEGE)</p> <p>Bazı hane halkı göstergeleri</p>	<p>– Enerji birimi /şirketleri</p> <p>– Ulaştırma müdürlüğü / şirketler</p>	<p>Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu (EPDK)</p> <p>BOTAŞ</p> <p>TEİAŞ</p> <p>OSBÜK (Organize Sanayi Bölgeleri Üst Kurulu)</p> <p>TÜİK</p> <p>Bazı sektörel STK'lar</p>
<p>– Gaz ve partikül</p> <p>Emisyonları</p>	<p>– Emisyon envanteri</p>	<p>PM10, PM25, SO2, O3, CO, NO2 (http://www.havaizleme.gov.tr/Services/AirQuality)</p> <p>Sektörlere göre toplam sera gazı (CO2 eşdeğeri), Sera gazı (CO2 eşdeğeri), CO2, CH4, ve N2O emisyonları</p> <p>https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Sera-Gazi-Emisyon-Istatistikleri-1990-2020-45862</p>	<p>Kamu kurumları / yerel ajanslar (yönetimler, sanayi bölgeleri, konut alanları yönetimleri, ulaştırma birimleri)</p> <p>Çevre ajansları</p>	<p>ÇŞİDB Temiz Hava Merkezi Müdürlükleri</p> <p>TÜİK</p>
<p>– Su</p>	<p>– Emisyon envanteri</p>	<p>Su kullanım istatistikleri</p>	<p>– Su sağlayan yerel yönetimler veya özel şirketler</p> <p>– Kamu kurumları, sulama birlikleri</p>	<p>Yerel Yönetimler</p> <p>ÇŞİDB İl Çevre Durum Raporları</p>

<ul style="list-style-type: none"> – Bina kullanım tipleri (ofis, ev) – Isıtma ve soğutma sistemleri kullanımı – Havalandırma 	<ul style="list-style-type: none"> – İnsan faaliyet türleri – Nüfus sayımı verileri (küçük mekânsal birimlere göre özel hane halkı, çalışan nüfus) – Tipik iş, ev, rekreasyon tipleri – Bina bilgi sistemleri – İşle ilgili faaliyetler 	<p>İstihdamın sektörlere göre dağılımı</p> <p>İş gücü istatistikleri</p> <p>Hane halkı göstergeleri (konut tipleri)</p> <p>Konut satış istatistikleri</p> <p>İnşaat ruhsatı sayısı</p> <p>Bina taban alanı kat sayıları</p> <p>Sanayi, işyeri ve konut bölgeleri toplam alanları</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Kitle kaynak – Planlama birimleri – Enerji düzenleyiciler – Toplu taşıma hizmeti sağlayıcılar 	<p>TÜİK</p> <p>Yerel yönetimler (İmar Daire Başkanlıkları)</p> <p>Coğrafi Bilgi Sistemleri Daire Başkanlıkları)</p> <p>Kent Bilgi Sistemleri (varsa)</p> <p>ÇŞİDB Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü https://cbs.csb.gov.tr/</p>
<p>Ulaştırma / taşımacılık</p> <ul style="list-style-type: none"> – Toplu taşıma (otobüs, metro vb.) – Araç tipleri – Bisiklet – Yürüme 	<ul style="list-style-type: none"> – Yakıt tüketim verisi – Sosyoekonomik özellikler – Halkın faaliyet tipleri 	<p>Akaryakıt (petrol – LPG) kullanımı (motorlu araçlar için)</p> <p>Ulaşım modlarına göre toplu taşıma araç tipleri, sayısı, altyapı durumu, yaya ve bisiklet yolu uzunlukları</p> <p>Tiplerine göre motorlu araç sayısı</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Enerji birimi / firmalar – Ulaştırma birimi / firmalar – Kitle kaynak – Planlama birimi 	<p>EPDK</p> <p>Yerel yönetimler (Ulaştırma Daire Başkanlıkları)</p> <p>Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı</p> <p>Kent Bilgi Sistemleri</p>
<p>2. Yapılı, bitki kaplı ve diğer arazi örtüsü tiplerini ifade eden parametreleri belirleyen veri kaynakları (mikro ölçekte)</p>				
<p>Yapılı yüzeyler, bitki örtülü yüzeyler ve diğer arazi örtüsü tipleri (kent formu)</p>	<p>Veri setleri</p>		<p>Veri kaynakları</p>	

<p>Morfoloji (pürüzlülük unsurları):</p> <ul style="list-style-type: none"> - Duvar alanı yoğunluğu veya cephe alanı yoğunluğu - Görüş faktörleri - Pürüzlülük unsurları arasındaki mesafe (binalar / ağaçlar arası genişlik) - Cadde yönleri 	<ul style="list-style-type: none"> - Bina/yapı envanterleri - Pürüzlülük unsurlarının yükseklik ve açıklıkları (mesafeleri) oranından türetilmektedir. 	<p>Bina / yapı envanterleri (varsa) bilgilerinden elde edilecek verilerle duvar alanlarının hesaplanması</p> <p>İmar planlarından elde edilecek verilerle bina yükseklik ve mesafeleri</p> <p>Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları</p> <p>Gökyüzü görüş faktörü (Sky View Factor)</p> <p>Kent kanyonunu olabilecek alanların tespiti için bina yüksekliklerinin binalar arası mesafeye oranının hesaplanmasında kullanılacak mekânsal veriler.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Kent yönetimleri - Şehir planlama birimleri - Kent parkları sorumlu birimleri - Ağaç savunucu gruplar (bitki örtüsü) - Ulaştırma birimleri (yol / cadde ağaçları) - Şehir ve bölge planlama CBS birimleri 	<p>Yerel Yönetimlerin bina / yapı envanterleri (hazırsa)</p> <p>İmar Daire Başkanlıkları</p> <p>CBS Daire Başkanlıkları</p> <p>Kent Bilgi Sistemleri</p> <p>Park ve Bahçeler Daire Başkanlıkları / Müdürlükleri ÇŞİDB (CBS Genel Müdürlüğü)</p>
<p>Yükseklik; pürüzlülük unsurlarının yüksekliği:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Binalar - Ağaçlar - Diğerleri 	<ul style="list-style-type: none"> - Stereografik görüntüler - LIDAR - Sentetik Açıklık Radar 	<p>Bina, ağaç ve diğer dikey yükselti sağlayan kentsel unsurların yüksekliklerini bulmak için kullanılabilir görüntüler, imar planı bilgileri</p> <p>Yerinde ölçümler</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Kent yönetimleri - Şehir planlama birimleri - Kent parkları sorumlu birimleri - Yeşil alanları savunan gruplar (bitki örtüsü) - Ulaştırma birimleri (yol / cadde ağaçları) - Şehir ve bölge planlama CBS birimleri - Merkezi kurumlar 	<p>Yerel Yönetimlerin bina / yapı envanterleri (hazırsa)</p> <p>İmar Daire Başkanlıkları</p> <p>CBS Daire Başkanlıkları</p> <p>Kent Bilgi Sistemleri</p> <p>Park ve Bahçeler Daire Başkanlıkları / Müdürlükleri ÇŞİDB (CBS Genel Müdürlüğü)</p>

<p>Yüze örtüsü:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Yatay plan alanı oranı (bina / ağaç vb. dikey yüze oluşturmaya alan miktarı) – Geçirimsiz yüzeyler: binalar, kaldırımlar, kayalık alanlar – Geçirimli yüzeyler: bitki kaplı alanlar (ağaçlar, çim, tarımsal bitkiler), su yüzeyleri ve toprak yüzeyler 	<ul style="list-style-type: none"> – Uydur ve hava fotoğrafları – Kent arazi kullanım ve arazi örtüsü envanterleri – Google street view 	<p>Kentsel geçirimsiz ve geçirgen yüzeylerin tespiti için arazi kullanım haritaları (imar planları)</p> <p>Hava fotoğrafları ve uygu görüntüleri</p> <p>Google Earth görüntüleri</p> <p>Yeşil alan sistemini ele alan planlar</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Kartografya birimleri – Kent yönetimleri 	<p>Yerel Yönetimlerin bina / yapı envanterleri (hazırda)</p> <p>İmar Daire Başkanlıkları</p> <p>CBS Daire Başkanlıkları</p> <p>Kent Bilgi Sistemleri</p> <p>Park ve Bahçeler Daire Başkanlıkları / Müdürlükleri</p> <p>ÇŞİDB (CBS Genel Müdürlüğü)</p>
<p>Yapı malzemeleri:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Cam ve pencere kaplı duvar oranı – Malzemenin radyatif (yansıtma) özellikleri – Malzemenin termal özellikleri 	<ul style="list-style-type: none"> – Mimari bilgi veri tabanları (Kent Bilgi Sistemleri) – Spektral kütüphaneler – Dönemsel planlama düzenlemeleri – Bina bilgi sistemleri – Bina mimari tipi – Sokak seviyesinde hava veya uygu görüntülerinin analizi (malzeme özellikleri vs. için) 	<p>Yapı ve binaların yüzey kaplama özelliklerini içeren bilgiler (toplam duvar büyüklüğü ile pencere ve cam kaplı bölümlerin oranlanmasına yarayacak veriler)</p> <p>Yapı malzemelerinin termal ve yansıtıcı özelliklerinin tespitine yönelik veriler</p> <p>Yerinde ölçümler</p> <p>Detaylı hava ve uydur görüntüleri</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Planlama birimleri 	<p>Yerel Yönetimler</p> <p>İmar Daire Başkanlıkları</p> <p>CBS Daire Başkanlıkları</p> <p>Kent Bilgi Sistemleri</p> <p>ÇŞİDB (CBS Genel Müdürlüğü)</p>

<p>Vejetasyon (bitki kaplı alanlar):</p> <ul style="list-style-type: none"> – Yaprak alanı indeksi (Leaf area index; LAI) – Bitkilerin fenolojisi (yaprak açma özellikleri vb.) – Bitki tipleri 	<ul style="list-style-type: none"> – Uydu ve hava gözlemleri – Yer seviyesinde tespitler 	<p>Bitki kaplı yüzeylerin özelliklerinin belirlenmesi amacıyla bitkilerin türleri, yapraklı/ yapraksız dönemleri, sulama dönemleri, yaprak alanları gibi özelliklerin takip edilmesi,</p> <p>Uydu ya da hava fotoğraflarının analizi,</p> <p>Yerinde gözlemler</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Kent parkları sorumlu birimleri – Yeşil alanları savunan gruplar (bitki örtüsü) – Kitle kaynak 	<p>Yerel Yönetimler</p> <p>Park ve Bahçeler Daire Başkanlıkları / Müdürlükleri</p> <p>CBS Daire Başkanlıkları</p> <p>Kent Bilgi Sistemleri</p> <p>ÇŞİDB (CBS Genel Müdürlüğü)</p>
<p>Toprak:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Tipi – Nemi (dinamik, başlangıç durumları) 	<ul style="list-style-type: none"> – Uydu görüntüleri – Ölçümü yapılmış yerinde toprak profilleri 	<p>Kentsel alanda geçirimli yüzeyler olarak açık toprak yüzeylerinin özellikleri,</p> <p>Toprak sınıfı haritaları</p> <p>Toprak nemi verileri uydu ve hava fotoğrafları analizi</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Kent veri tabanı – Model veri tabanları 	<p>Yerel Yönetimler</p> <p>Park ve Bahçeler Daire Başkanlıkları / Müdürlükleri</p> <p>CBS Daire Başkanlıkları</p> <p>Kent Bilgi Sistemleri</p> <p>ÇŞİDB (CBS Genel Müdürlüğü)</p> <p>Tarım ve Orman Bakanlığı</p>
<p>Hidroloji:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Şehir su drenajı ve kanalizasyon sistemleri 	<ul style="list-style-type: none"> – Modellenmiş kanalizasyon sistemi/ Su ishale hatları haritası 	<p>Su ve kanalizasyon altyapısına ait veriler, hatların geçtiği noktalar, uzunluklar</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Şehir planlama birimleri – Sel planlama /koruma birimleri – Atıksu hizmetleri 	<p>Yerel Yönetimler</p> <p>Su ve Kanalizasyon İdareleri</p>

3. Fonksiyonları ifade eden parametrelerin belirlenmesinde kullanılan veri kaynakları (yerel ölçekte)				
Fonksiyon (İnsan faaliyetleri)	Veri setleri		Veri kaynakları	
Arazi kullanımı / kentsel fonksiyonlar (sanayi, ticaret, konut)	<ul style="list-style-type: none"> – Şehir ve bölge planlama haritaları – CORINE arazi örtüsü verisi (Europe) – Copernicus Global Land Cover – USGS haritaları – LCZ (yerel iklim bölgeleri) 	<p>Fiziki planların mekânsal analizleri (Çevre Düzeni Planları; 1/5000 – 1/1000 Nazım İmar Planları)</p> <p>Hava ve uydu fotoğrafları</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Kent yönetimleri – Tarımsal birimler (kırsal üretim) – https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover – https://land.copernicus.eu/global/content/annual-100m-global-land-cover-maps-available – https://www.usgs.gov/search?keywords=Land%20Cover – https://www.wudapt.org/lcz-maps/ 	<ul style="list-style-type: none"> –Yerel yönetimler İmar Daire Başkanlıkları CBS Müdürlükleri Kent Bilgi Sistemleri – ÇŞİDB Coğrafi Bilgi Sistemleri Genel Müdürlüğü (Şehir Dijital İkiizleri)
Antropojenik ısı emisyonu	<p>İstatistikî veriler:</p> <ul style="list-style-type: none"> – Enerji tüketimi – Konut tipleri – Bina ısı izolasyonu durumu 	<p>Akaryakıt (petrol – LPG) kullanımı (Motorlu araçlar için)</p> <p>Doğal gaz kullanımı (Sanayi ve evsel ısıtma)</p> <p>Kömür kullanımı (Sanayi ve evsel ısıtma)</p> <p>Elektrik kullanımı (Sanayi ve evsel)</p> <p>Enerji etkin bina sayısı</p>	<ul style="list-style-type: none"> – Ulusal, bölgesel, kentsel veri setleri – Ulusal ve bölgesel istatistik büroları 	<ul style="list-style-type: none"> EPDK Yerel doğalgaz ve elektrik dağıtım şirketleri OSB’ler Yerel Yönetimler TÜİK Bina / yapı envanterleri

Kent formuna ait kentsel yüzeyler ve değişimi, kent geometrisi ve kanyonu gibi özelliklere ait parametreler çoğu bilimsel araştırmada (Garuma 2018; Croce ve Vettorato 2021) ve resmi kurumların çalışmalarında (NASA, USGS; United States Geological Survey) elde edilmekte ve kullanılmaktadır. Arazi kullanım yoğunlukları ve arazi örtüsü (AKAÖ) özelliklerinin değişiminin izlenmesi de yine son yıllarda kent iklimine yönelik araştırmalarda özellikle hava ve uydu fotoğrafları kullanılarak sıkça yapılmaktadır (Kaplan 2019; Tonyaloğlu 2019; Güneş et al. 2021).

Bunun yanı sıra; kent içinde yürütülen insan faaliyetlerinden kaynaklı etkiler parametre olarak ele alındığında sera gazı, partikül ve ısı emisyonu üreten özelliklere ait verilerin elde edilmesi gerekmektedir (Masson et al. 2020). Türkiye’de bu verilerin bir kısmı resmi kurumlarca (ör. ÇŞİDB; <https://www.havaizleme.gov.tr/>; <https://www.atlas.gov.tr/>) ölçülüp takip edilse de bu alanda özellikle veri analizi konusunda ciddi bir koordinasyona ihtiyaç duyulmaktadır.

Kentsel iklim özelliklerinin farklılaşmasına neden olan ve doğru müdahalelerle etkisi azaltılabilecek faktörler arasında kent formu ve boyutu ve kent içinde yürütülen insan faaliyetlerinden kaynaklı etkiler yer almaktadır (Chen and Feng 2022). Bu özelliklerin parametre haline getirilerek özellikle kentsel ısı adası oluşumuna dirençli kentler oluşturma amaçlı planlama ve tasarım çalışmalarında kullanılması gelecek dönemde insan sağlığı, yaşam kalitesi ve sosyoekonomik kalkınma açısından son derece önemlidir. Bu bakımdan bir yandan kentsel özelliklerin parametre olarak veri elde etme ve takip etme konusunda kullanılması diğer yandan da bu verilerin meteorolojik şartlara ve uzun dönemli iklim elemanlarına etkilerinin izlenmesi hangi kentsel özelliklerin iyileştirilmesi gerektiğini belirleyecektir Yang et al. 2019).

Bu kapsamda uluslararası literatürde yapılan uzun süreli çalışmaların ardından Dünya Meteoroloji Örgütü’nün kentsel özelliklerin iklim elemanlarına etkisinin izlenmesi ile ilgili geliştirdiği rehber niteliğindeki çalışmasından (WMO 2023) hareketle Türkiye’de kentlerin iklim dirençli hale gelmesinde hangi kentsel özelliklerin takip edilmesi gerektiği ile ilgili bu çalışmaya ihtiyaç duyulmuştur. Çalışma kapsamında yukarıdaki tabloda verilen bilgiler bir açıdan küresel özellikteki parametrelerin ülkemiz ölçeğine indirgenmesi amacını taşımaktadır.

Verilen bu kentsel özelliklere paralel olarak takibi yapılması gereken meteorolojik parametreler ve elde edilmesi gereken veriler ise yine Dünya Meteoroloji Örgütü’nün daha önceki rehberlerinde belirlenmiş ve sunulmuştur (Tablo 4; WMO 1976; 2006).

Tablo 4. Kent iklimiyle ilgili analizlerde kullanılacak meteorolojik parametreler

No	Günlük, Aylık, Yıllık	Ortalama	Maksimum	Minimum	Ekstrem	Toplam
1	Hava sıcaklığı (°C)	X	X	X	X	
2	5, 10, 20, 50 ve 100 cm toprak sıcaklığı (°C)	X	X	X	X	
3	Nispi nem (%)	X	X	X	X	
4	Rüzgâr yönü (° hâkim) esme sayısı	X	X	X	X	
5	Rüzgâr hızı (m/sn)	X	X	X	X	
6	Basınç (milibar)	X	X	X	X	
7	Buhar basıncı (milibar)	X	X	X	X	
8	Bulutluluk (oktas)	X				
9	Yağış miktarı mm/m ²	X	X	X	X	X
10	Güneşlenme süresi (s)	X	X	X		
11	Güneşlenme şiddeti (W/m ²)	X	X	X	X	
12	Toplam ve difüz radyasyon	X	X	X	X	
13	Kar yüksekliği (cm)	X	X	X	X	
14	Karla kaplı gün sayısı	X	X	X	X	
15	Karlı gün sayısı	X	X	X	X	
16	Yağışlı gün sayısı	X	X	X	X	
17	Açık, Bulutlu ve Kapalı gün sayısı	X	X	X	X	

Kentlerde meteorolojik ölçümlerin yapılması, takibi, kent parçalarına ve kırsala göre kıyaslanmasıyla ilgili konu bir başka çalışmanın konusu olduğu için burada detaylı bahsedilmemiştir.

5. Tartışma ve sonuç

Kentsel çevrede;

1) Yüksek yapılaşmanın oluşturduğu kanyon geometrisi nedeniyle güneş ışınlarının (kısa ve uzun dalga radyasyon olarak) çarparak ısıtacağı yüzey genişliği ve çeşidi doğal alana göre daha fazla, yatay hava hareketleri (adveksiyon) ile ısı taşınımı daha azdır (Arnfield 2003; Pattacini 2012).

2) Kentsel yüzeyleri oluşturan materyallerin yapısı ve termal özellikleri güneşten gelen ısıyı daha fazla tutma ve iletme kapasitesine sahip olduğu için daha fazla ısınmaya neden olmaktadır (US EPA 2017).

3) Fosil yakıtların yakılmasını gerektiren insan aktiviteleri nedeniyle kirletici gazların (başlıca sera gazları) ve partiküllerin atmosfere karışmasıyla uzun dalga güneş radyasyonu daha fazla tutulur ve ilave ısınma gerçekleşir (Sun et al., 2022).

4) Eysel ısınma, soğutma, taşımacılık gibi çeşitli insan faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinde gerekli olan enerji tüketimi nedeniyle de ilave ısı üretimi söz konusudur (Mansour et al. 2022).

5) Kentsel yüzeyler su geçirimsiz kaplı yüzeyler olduğundan yağış suları hızlı biçimde yüzey akışına geçerek uzaklaşır. Buna ilave olarak kent ortamı bir başka nem kaynağı olan yeşil alanlardan yoksun olduğu için bu alanlardan gelecek terleme ve buharlaşma (evapotranspirasyon) kaynaklı nem daha azdır (Lin et al. 2018).

Kentsel ortamın yukarıda sayılan özellikleri iklim elemanlarında çevresine göre değişime neden olmaktadır. Ülkemizde pek çok kent için iklim özelliklerinin ve kentsel özelliklerin incelendiği ya da sera gazı emisyon envanterinin oluşturulduğu çalışmalar bulunmaktadır. Yapılan çalışmalarda alan kullanım değişimleri uzun dönemli olarak değerlendirilmemiş sadece iklim bileşenlerinde görülen uzun dönemli değişimler istatistiksel analizlerle takip edilmiştir. Kentsel alan kullanımları, nüfus, araç sayısı vb. beşerî faktörler ile iklim bileşenleri arasındaki ilişkilerin tüm yönleriyle alınması önemli bir gerekliliktir.

Kentler dünya üzerinde sınırlı bir alanı kaplamasına rağmen iklim sistemi üzerinde insan kaynaklı baskıları en fazla üreten alanlardır. Bu etkiler kentleri de son derece olumsuz etkileyerek değişen iklim özelliklerine maruz kalan insanların fiziksel ve ruhsal sağlığını, ekonomik ve sosyal refahını da etkilemektedir. Kentlerin neden olduğu bu etkilerin yok edilmesi amacıyla mekânsal planlama anlamında çok farklı görüşler ve yaklaşımlar ortaya çıkmış ve nihayetinde sürdürülebilirlik kavramı kentlere de uyarlanarak sürdürülebilir kent yaklaşımı altında farklı planlama ve tasarım ilkeleri gelişmiştir.

Bu türden planlama yaklaşımlarına yol gösterecek ve doğru plan kararları alınmasına neden olacak mekânsal ve sosyoekonomik analizlerin yapılması ise doğru parametrelerden veriler üretilmesine ve takip edilmesine bağlıdır. Ancak bu yolla kentlerin iklim değişikliğine etkisi azaltılabilir ve iklim değişikliğinin etkilerine dirençli kentler ortaya çıkarılabilir.

Kentsel özelliklerin iklim değişikliğine uyum ve azaltım çalışmaları için parametre haline getirilerek izleme ve değerlendirmelerinin yapılması; uyum kapsamında etki zinciri analizlerinde maruziyet ve etkilenebilirlik (duyarlılık ve uyum kapasitesi) göstergesi olarak kullanmalarına ve etkilenebilirlik düzeylerinin belirlenmelerine hizmet etmektedir. Azaltım çalışmalarında ise bu parametreler ve değerleri doğrudan azaltımın ölçüsü olarak kullanılabilir. Elde edilen verilerin takip edilmesi, sürdürülebilir altyapısıyla iklim tehlike ve risklerine dirençli kent modellerinin oluşması ve kentlerde iklim değişikliğine uyum ve azaltım eylemlerinin oluşturularak başlatılması için de son derece önemlidir. Bu nedenle, kent merkezlerinde iklim elemanlarını etkileyen kentsel özellikler ile iklim bileşenlerinde yaşanan değişimler arasındaki ilişkinin belirlenmesi, izleme ve değerlendirmesinin yapılmasına imkan sağlayacak şekilde kentsel özelliklere ait standart veri setleri oluşturularak bu verilerin sürekli olarak takip edilebileceği dijital altyapıların akıllı kent yaklaşımına uygun olarak kurulması gerekmektedir. Meteorolojik verilerin gözlem, ölçüm, depolama ve sunulmasından yasal olarak sorumlu kuruluş olan Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü’nün sinoptik, klimatoloji ve havacılık amaçlı olarak Dünya Meteoroloji Örgütü standartlarına uygun şekilde elde ettiği istasyon ağına yeni gelişen standartlara göre şehir meteorolojisi ölçümlerini de eklemesi ya da Çevre Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığınca sürdürülen Hava Kalitesi İzleme Ağına kurumlar arası işbirliği ile şehir meteorolojisi ölçümlerinin de eklenmesi gerekmektedir.

Mevcut meteorolojik gözlem ve ölçüm ağına bulunan kentsel ve kırsal karakterli istasyonların verilerinin kentsel özellikler de dikkate alınarak uzun yıllara göre analizi ve anlık takibini gerçekleştirecek yazılım teknolojileri, modelleme ve simülasyon tekniklerinin geliştirilmesi ve uluslararası iyi uygulama örneklerinin ülkemiz kentlerinde de denenerek uyarlamaların yapılması gerekmektedir. Özellikle mekânsal planlama ve tasarım çalışmalarında kentsel özelliklerin iklim elemanlarına olan etkilerinin daha detaylı olarak dikkate alınmasıyla yasal mevzuatta düzenlemeye gidilmelidir. Elde edilecek somut veriler ışığında iklime duyarlı olarak tasarlanan mekanlarda yapılaşmanın bu kararlar doğrultusunda gerçekleştirilmesi sağlanmalıdır. İklim tehlike ve risklerine karşı dirençli kentlerin oluşturulmasında pilot kentler ya da kent parçalarında uygulama yapılarak iyi uygulama örnekleri geliştirilmelidir. Gerek yerel yönetimlerde kurulan iklim değişikliği daire başkanlıklarının gerekse ulusal düzeyde İklim Değişikliği Başkanlığının kurumsal kapasitesinin ve insan kaynağının geliştirilerek kentsel iklim özelliklerini de dikkate alan çalışmalar yapmasının sağlanması gerekmektedir.

Kaynakça

- Arifwidodo SD, Chandrasari O. (2020). "Urban heat stress and human health in Bangkok, Thailand". *Environ Res*. Jun;185:109398. doi: 10.1016/j.envres.2020.109398.
- Arnfield, A. (2003). "Two decades of urban climate research: A review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island". *Int. J. Climatol*, 23 1-26.
- Bernabé, A.; Bernard, J.; Musy, M.; Andrieu, H.; Bocher, E.; Calmet, I.; Kéavec, P.; Rosant, J.M. (2015). "Radiative and heat storage properties of the urban fabric derived from analysis of surface forms". *Urban Clim*. 12, 205–218.
- Chen, Y., Feng M. (2022). "Urban form simulation in 3D based on cellular automata and building objects generation". *Building and Environment* 226, 109727 <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2022.109727>
- Croce S., Vettorato, D. (2021). "Urban surface uses for climate resilient and sustainable cities: A catalogue of solutions". *Sustainable Cities and Society*. 75, 103313, <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103313>.
- Dai, T., Zheng, X., Yang, J. (2022). "A systematic review of studies at the intersection of urban climate and historical urban landscape". *Environmental Impact Assessment Review*, 97, 106894, <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2022.106894>.
- EPA, (2021). "Measuring Heat Islands". <https://www.epa.gov/heatislands/measuring-heat-islands> Erişim Tarihi: 19.02.2021.
- Garuma G.F. (2018). "Review of urban surface parameterizations for numerical climate models". *Urban Climate*. 24; 830–851
- Güneş, C. , Pekkan, E. & Tün, M. (2021). "Eskişehir Kent Merkezinde Yer Alan Üniversite Kampüslerindeki Kentsel Isı Adası Etkilerinin Landsat-8 Uydu Görüntüleri Üzerinden Araştırılması". *Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi*. 4 (1) , 22-32 . Retrieved from <https://dergipark.org.tr/tr/pub/ucbad/issue/60915/866882>
- Howard, L. (1820). "Climate of London Deduced From Meteorological Observations". London: Vols. 1–3. Harvey and Darton.
- IPCC (2018). "Radiative Forcing of Climate Change". <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/TAR-01.pdf>;
- Kaplan, G. (2019). "Evaluating the roles of green and built-up areas in reducing a surface urban heat island using remote sensing data". *Urbani izziv*. 30(2), 105-112.
- Kazancı, G., Tezer A. (2021). İklim Değişikliğine Uyumda Mekânsal Planlama ve Akıllı Yönetişim Çerçevesinde Türkiye Spatial Planning in the Climate Change Adaptation and Turkey in the Framework of Smart Governance Planlama 2021;31(2):302–320 | doi: 10.14744/planlama.2021.87487

- Landsberg, H. (1981). "The Urban Climate". New York: Academic Press.
- Liu, Z., He, C., Zhou, Y., and Wu, J. (2014). "How much of the world’s land has been urbanized, really? A hierarchical framework for avoiding confusion". *Landsc. Ecol.* 29, 763–771. doi: 10.1007/s10980-014-0034-y
- Liu, Y., Li T., Peng H. (2018). "A new structure of permeable pavement for mitigating urban heat island". *Science of The Total Environment.* 634; 1119-1125, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.04.041>.
- Mansour K., Aziz MA., Hashim S., Effat H. (2022). "Impact of anthropogenic activities on urban heat islands in major cities of El-Minya Governorate, Egypt". *The Egyptian Journal of Remote Sensing and Space Science.* 25, (2); 609-620. <https://doi.org/10.1016/j.ejrs.2022.03.014>.
- Masson, V., Heldens, W., Bocher, E., Bonhomme, M., Bucher, B., Burmeister, C., de Munck, C., Esch, T., Hidalgo, J., Kanani-Sühring, F., Kwok, Y.T., Lemonsu, A., Lévy, J.P., Maronga, B., Pavlik, D., Petit, G., See, L., Schoetter, R., Tornay, N., Votsis, A., Zeidler, J. (2020). "City-descriptive input data for urban climate models: Model requirements, data sources and challenges". *Urban Climate*, 31, 100536, <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100536>.
- Milesi, C. and Churkina, G. (2020). "Measuring and Monitoring Urban Impacts on Climate Change from Space". *Remote Sens.* 2020, 12, 3494; doi:10.3390/rs12213494
- Najah, F.T., Abdullah, S.F.K., Abdulkareem, T.A. (2023). "Urban Land Use Changes: Effect of Green Urban Spaces Transformation on Urban Heat Islands in Baghdad". *Alexandria Engineering Journal.* 66, 555-571, <https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.11.005>.
- Oke, T. R. 1997. Urban Environment. In *The Surface Climates of Canada*; Bailey, W. G., Oke, T. R., Rouse, W. R., Eds.; McGill-Queen’s University Press: Montreal, (1997); 303–327. https://books.google.fr/books?id=oxNMhw-rRrQC&source=gbs_book_other_versions.
- Oke, T. R.; Mills, G.; Christen, A. et al. (2017). *Urban Climates*; Cambridge University Press: Cambridge, 2017. <https://doi.org/10.1017/9781139016476>.
- Oke, T., Mills, G., Christen, A., & Voogt, J. (2017). "Urban Climates". In *Urban Climates* (p. I). Cambridge: Cambridge University Press.
- Oke, T.R. (1981). "Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: comparison of scale model and field observations". *Int. J. Climatol.* 1, 237–254.
- Pattacini, L. (2012). "Climate and urban form". *Urban Des Int* 17, 106–114. <https://doi.org/10.1057/udi.2012.2>

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, (1): 127-132. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.08.059>.

Sınmaz S., Özdemir H. A. (2016). "Türkiye Şehir Planlama Pratiğinin Kentsel Morfoloji ve Tipoloji Üzerindeki Etkileri, Siverek Kenti İçin Bir Değerlendirme". *İdeal Kent Dergisi Kent Araştırmaları Dergisi (Journal of Urban Studies)* 18, (7) 80-115.

Stewart, I.D.; Oke, T.R. 2012. "Local climate zones for urban temperature studies". *Bull. Am. Meteorol. Soc.* 93, 1879–1900.

Sun, C.; Zhang, Y.; Ma, W.; Wu, R.; Wang, S. (2022). "The Impacts of Urban Form on Carbon Emissions: A Comprehensive Review". *Land*, 11, 1430. <https://doi.org/10.3390/land11091430>

Thanvisitthpon, N. (2023). "Statistically Validated Urban Heat Island Risk Indicators for UHI Susceptibility Assessment". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(2), 1172. <https://doi.org/10.3390/ijerph20021172>

Tonyaloğlu, E. E. (2019). "Kentleşmenin kentsel termal çevre üzerindeki etkisinin değerlendirilmesi, Efeler ve İncirliova (Aydın) örneği". *Türkiye Peyzaj Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 1-13.

Türkeş, M. (2010). *Klimatoloji ve Meteoroloji*. Birinci Baskı, Kriter Yayınevi – Yayın No. 63, Fiziki Coğrafya Serisi No. 1, ISBN: 978-605-4613-26-7, 650 + XXII sayfa, İstanbul.

Türkeş M. (2020). "İklim Değişikliğinin Fiziksel Bilim Temeli -II Dünyada Ve Türkiye'de Gözlenen Ve Öngörülen İklim Değişiklikleri Ve Değişkenliği". *Toplum ve Hekim*. Ocak - Şubat 2020 Cilt: 35 Sayı: 1; 3-31

UN DESA (2018). "2018 Revision of the World Urbanization Prospects published by the Population Division of the United Nations Department of Economic and Social Affairs (UN DESA)". *News*. <https://www.un.org/development/desa/en/news/population/2018-revision-of-world-urbanization-prospects.html>

UNDP (2009). "Urban and Rural Areas 2009". *United Nations Department of Economic and Social Affairs Population Division* www.unpopulation.org.

UNDP (2014). *Human Development Report 2014 Sustaining Human Progress: Reducing Vulnerabilities and Building Resilience*. New York: UNDP.

UNEP (2023). *United Nations Environment Program (DM Çevre Programı)*. <https://www.unep.org/explore-topics/resource-efficiency/what-we-do/cities/cities-and-climate-change>. Erişim: 19.04.2023 847

USEPA (2017). "Urban form, function and climate". Prep by Mills G. <https://19january2017snapshot.epa.gov/sites/production/files/2014-07/documents/gmills4.pdf>

Wai, C.Y.; Muttill, N.; Tariq, M.A.U.R.; Paresi, P.; Nnachi, R.C.; Ng, A.W.M. (2022). “Investigating the Relationship between Human Activity and the Urban Heat Island Effect in Melbourne and Four Other International Cities Impacted by COVID-19”. *Sustainability* 14, 378. <https://doi.org/10.3390/su14010378>

WMO (2023). “Guidance on Measuring, Modelling and Monitoring the Canopy Layer Urban Heat Island (CL UHI)”. K.H. Schlünzen, S. Grimmond, A. Baklanov (editors.), *World Meteorological Organisation, WEATHER CLIMATE WATER*. 2023 edition. World Meteorological Organization WMO Publication No. 1292, 88 pp. https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=11537

WMO (1976). “Technical Note No”. 149 By T. J. *Chandler Urban Climatology and its Relevance to Urban Design* https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=877

WMO (2006). Initial Guidance to Obtain Representative Meteorological Observations at Urban Sites by Oke T.R. World Meteorological Organization Instruments and Observing Methods Report No. 81 https://library.wmo.int/doc_num.php?explnum_id=9286

Xiao, J., Shen, Y., Ge, J., Tateishi, R., Tang, C., Liang, Y. and Huang, Z. (2006). Evaluating urban expansion and land use change in Shijiazhuang, China, by using GIS and remote sensing *Landscape and Urban Planning* 75: 1-2 , 69-80.

Yang, J.; Menenti, M.; Krayenhoff, E.S.; Wu, Z.; Shi, Q.; Ouyang, X. (2019). “Parameterization of Urban Sensible Heat Flux from Remotely Sensed Surface Temperature: Effects of Surface Structure”. *Remote Sens.* 11, 1347. <https://doi.org/10.3390/rs11111347>

Zeng, L.; Lu, J.; Li,W.; Li, Y. (2018). “A fast approach for large-scale Sky View Factor estimation using street view images”. *Build. Environ.* 135, 74–84.