



Kentsel iklim modelleri için şehir tanımlayıcı girdi verileri: Model gereksinimleri, veri kaynakları ve zorluklar

Valéry Masson, Wieke Heldens, Erwan Bocher, Marion Bonhomme, Bénédicte Bucher, Cornelia Burmeister, Cécile de Munck, Thomas Esch, Julia Hidalgo, Farah Kanani-Sührling ve diğerleri.

► Bu versiyonu alıntılar için:

Valéry Masson, Wieke Heldens, Erwan Bocher, Marion Bonhomme, Bénédicte Bucher ve diğerleri. Kentsel iklim modelleri için şehir tanımlayıcı girdi verileri: Model gereksinimleri, veri kaynakları ve zorluklar. Kentsel İklim, 2020, Kentsel Veri ve İklim Bilgi Hizmetleri, 31, s.100536. [10.1016/j.uclim.2019.100536](https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100536). [hal-02391022](https://hal.science/hal-02391022)

HAL Kimliği: hal-02391022

<https://hal.science/hal-02391022v1>

21 Tem 2022'de gönderildi

HÂL yayınlanmış olsun veya olmasın, bilimsel araştırma dokümanlarının depolanması ve dağıtımı için çok disiplinli, açık erişimli bir arşivdir. Belgeler Fransa'daki veya yurtdışındaki öğretim ve araştırma kurumlarından ya da kamu veya özel araştırma merkezlerinden gelebilir.

Çok disiplinli açık arşiv **HÂL**, Fransa veya yabancı eğitim ve araştırma kurumları, kamu veya özel laboratuvarlardan kaynaklanan, yayınlanmış veya yayınlanmamış, araştırma düzeyindeki bilimsel belgelerin depolanması ve dağıtılması amacıyla tasarlanmıştır.



Creative Commons Atıf - Ticari Olmayan 4.0 Uluslararası Lisansı altında dağıtılmıştır

Kentsel iklim modelleri için şehir tanımlayıcı girdi verileri: Model gereksinimleri, veri kaynakları ve zorluklar

Valery Masson¹, Wieke Heldens², Erwan Bocher³, Marion Bonhomme⁴, Benedicte Buchers⁵, Cornelia Burmeister⁶, Cecile de Munck¹, Thomas Esch², Julia Hidalgo⁷, Farah Kanani-Sühring⁸, Yu Ting Kwok⁹, Aude Limonsu¹, Jean-Pierre Levy¹⁰, Björn Maronga⁸, Dirk Pavlik⁶, Gwendall Küçük³, Linda Bak¹¹, Robert Schoetter¹, Nathalie Tornay⁴, Athanasios Votsis¹², Julian Zeidler²

¹Ulusal Meteoroloji Araştırma Merkezi, Météo-France ve CNRS, Toulouse, Fransa

²DLR, Alman Uzaktan Algılama Veri Merkezi Kara Yüzeyi, Oberpfaffenhofen, Almanya

³CNRS, Lab-STICC, Vannes, Fransa

⁴Mimarlık Araştırma Laboratuvarı, Toulouse, Fransa

⁵Paris Doğu Üniversitesi, LaSTIG, IGN, Saint-Mandé, Fransa

⁶GEO-NET Umweltconsulting GmbH, Dresden, Almanya

⁷Ulusal Bilimsel Araştırma Merkezi (CNRS), LISST laboratuvarı, Toulouse, Fransa

⁸Leibniz Üniversitesi Hannover, Hannover, Almanya

⁹Hong Kong Çin Üniversitesi, Hong Kong, Çin

¹⁰LATTS, Paris, Fransa

¹¹Uluslararası Uygulamalı Sistemler Analizi Enstitüsü (IIASA), Laxenburg, Avusturya

¹²Finlandiya Meteoroloji Enstitüsü

İçindekiler

Kentsel iklim modelleri için şehir tanımlayıcı girdi verileri: Model gereksinimleri, veri kaynakları ve zorluklar	1
Soyut	3
1) Giriş	3
1.1 Kentsel atmosfer modellemesine kısa bir bakış	3
1.2 Ölçek sorunları: mezoskala ve mikroskala	4
1.3 Kapsam sorunları: şehir ölçeğinden küresel modellemeye	5
1.4 Amaca uygun	5
2) Arazi kullanımı ve arazi örtüsü sınıfları	7
2.1 Parametrelerin tanımı ve bunların önemi	7
2.2 Arazi örtüsü verilerini toplama metodolojileri	9
2.2.1. Uzaktan algılama yöntemleri	9
2.2.2. Vektörel topoğrafik veri tabanlarından ve tapu kayıtlarından	10
2.2.3. Veri birleştirme	11
3) Morfolojik parametreler	11
3.1 Parametrelerin tanımı ve bunların önemi	11
3.2 Morfolojik parametreler arasındaki bağlantılar	12
3.3 Morfolojik parametreleri toplama metodolojileri	13
3.3.1 Uzaktan algılamadan elde edilen veriler	13
3.3.2 Bireysel binaların 2.5D kadastro vektör verilerinin GIS ile işlenmesi	14
3.3.4 Kitle kaynak kullanımı veya derin öğrenme yöntemleri	18
4) Mimari parametreler	19
4.1 Parametrelerin tanımı ve bunların önemi	19
4.2 Kapsamlı mimari veri tabanlarının geliştirilmesi	20
4.3 Mimari bilgi toplama metodolojileri	21
4.3.1 Temsili arketiplerin tanımlanması	21
4.3.2 Uzaktan algılama ve görüntü işleme	22
4.3.3 Kitle Kaynak Kullanımı	23
5) Sosyo-ekonomik veriler ve bina kullanımı	23
5.1 Parametrelerin tanımı ve bunların önemi	23
5.2 Kullanımları, sosyo-ekonomik ve antropojenik ısı parametrelerini toplama metodolojileri	24
5.2.1 Stoklardan	24
5.2.2 Kitle Kaynak Kullanımı	26
6) Kentsel bitki örtüsü	27
6.1 Parametrelerin tanımı ve bunların önemi	27

6.2 Mezoskalada bitki örtüsü parametrelerini toplama metodolojileri	28
6.3 Mikro ölçekte bitki örtüsü parametrelerini toplama metodolojileri	29
7) Tartışma	30
7.1 Lisanslama sorunları	30
7.2 Kataloglama sorunları	31
7.3 Veri kalitesi	31
7.4 Açık veri	31
7.5 Önümüzdeki on yılın araştırma zorlukları	32
7.6 Çeşitli kaynaklardan gelen verilerden Kentsel İklim Hizmetlerine	33
8 Sonuçlar	33
Ek 1: Kentsel bir açıklama içeren çeşitli küresel arazi örtüsü veri kümelerinin genel görünümü Teşekkürler	34
Referanslar	36

Soyut

Nüfus, mal, sermaye ve altyapının yoğunlaştığı kentler, meteorolojik afetlere karşı özellikle savunmasızdır. Kentsel iklim hizmetleri, kentsel iklim modellemesinde çok disiplinli ve çok sektörlü yaklaşımları ve yeni yaklaşımları gerektirmektedir. Bu makale, hem mezo ölçekli son teknoloji Kentsel Gölge Modeleri (UCM'ler) hem de mikro ölçekli Engel Çözme Modelleri (ORM) için gerekli kentsel giriş verilerini beş kategoriye ayırıyor ve bunların elde edilme yollarını inceliyor. İlk iki kategori (1) arazi örtüsü ve (2) bina morfolojisidir. Bunlar şehir ile kentsel iklim ve Kentsel Isı Adası arasındaki temel etkileşimleri yönetir. Morfolojik parametreler ile UCM geometrik hipotezleri arasındaki karşılıklı bağımlılık tartışılmaktadır. UCM'ler için ana girdi değişkenleri olarak bina yüksekliği, plan ve duvar alanı yoğunlukları önerilirken, ORM'ler için 3 boyutlu bina verisine ihtiyaç duyulmaktadır. Son zamanlarda, kentsel verilerin üç farklı kategorisi daha ayrıntılı kentsel çalışmalar ve iklim değişikliğine uyum için önem kazandı: (3) bina tasarımı ve mimarisi, (4) bina kullanımı, antropojenik ısı ve sosyo-ekonomik veriler ve (5) kentsel bitki örtüsü verileri. Uzaktan algılama, idari kadastrodan coğrafi bilgi sistemi (CBS) işleme, uzman bilgisi ve kitle kaynak kullanımı gibi mekansal bilgi edinme yöntemleri incelenmiştir. Daha sonra veri kullanılabilirliği, veri uyumu, maliyet/verimlilik dengeleri ve gelecekteki zorluklar tartışılmaktadır.

1) Giriş

1.1 Kentsel atmosfer modellemesine kısa bir bakış

Nüfus, mal, sermaye ve altyapının yoğunlaştığı kentler, meteorolojik afetlere karşı özellikle savunmasızdır. Ayrıca, yerel meteoroloji üzerinde güçlü bir etkiye sahip oldukları için kendi kentsel mikro iklimlerini yaratırlar (Oke vd., 2017). Örneğin, yerel olarak 'Kentsel Isı Adası' (UHI) olarak adlandırılan sıcak hava dalgaları, şehirlerdeki ölüm oranlarını artırabilir (Fouillet ve diğerleri, 2006; Tan ve diğerleri, 2010). Büyük şehirler aynı zamanda yerel halkla etkileşime girebilir

Örneğin, termal etkiler nedeniyle deniz meltemi cephesinin yoğunlaşmasıyla (Freitas ve diğerleri, 2007) mezoskalalı akışlar veya tersine, artan sürtünme nedeniyle meltemleri yavaşlatabilirler (von Glasow ve diğerleri, 2013). Kentsel iklim aynı zamanda evsel ısıtma ve iklimlendirme için kullanılan enerjiyi de etkiler (Ohashi vd., 2007; Santamouris vd., 2015; Kohler vd., 2016), bu da ilişkili ısı salınımı nedeniyle UHI'yi artırır (de Munck vd., 2013; Wang vd., 2018). Fırtına aktivitesi şehrin farklı bölgelerinde yoğunlaşabilir veya şehrin yukarısında veya aşağısında artabilir (Shepherd, 2005). Böylesine karmaşık, çok boyutlu ve çok amaçlı bir karar ortamında, paydaşlar için, örneğin spor etkinlikleri sırasında şehirlerde ayrıntılı hava durumu tahmini (Joe vd., 2017) veya şehir planlaması (Hidalgo vd., 2018) için, ilgili ve açık, karar açısından önemli bilgiler esastır.

Sayısal modelleme, ayrıntılı kentsel meteorolojinin analiz edilmesi ve kentsel iklim hizmetlerinin tasarlanması (örneğin kentsel planlama veya uyum stratejilerinin risklerinin veya faydalarının değerlendirilmesi) için yararlı bir araç haline gelmiştir. Kentsel iklimi simüle etmek için atmosferik modellerin, şehrin atmosferle olan etkileşimlerine ilişkin yeterli bir temsile sahip olması gerekir. Bu, Kentsel Kanopi Modelleri (UCM'ler) kullanılarak yapılır. Bu UCM'ler (örneğin Masson, 2000; Kusaka vd., 2001; Martilli vd., 2002; Lee ve Park, 2008; Lemonsu vd., 2012; Schubert vd., 2012; Wouters vd., 2016) kentsel yüzey ile atmosfer arasındaki enerji, su ve momentum değişimlerini temsil etmeyi amaçlayan yüzey şemalarıdır. Bunlar sıklıkla şehrin 3 boyutlu şeklinin basitleştirilmiş bir tanımına dayanır; örneğin, mezo ölçekli modelleme için sıklıkla 'kentsel kanyon' yaklaşımı kullanılır. Masson (2006), karmaşıklık ve gerçekçilik derecelerine göre çeşitli UCM türlerini açıklamaktadır ve Grimmond ve diğerleri. (2010, 2011) bu şemaların her bir fiziksel bileşenini daha fazla sınıflandırarak, şehri tanımlamak için verilere ihtiyaç duyulduğunun altını çizmektedir. Mikro ölçeğe geçildiğinde, tek tek binalar Engel Çözme Modelleri (ORM'ler) tarafından açıkça çözülür (Krayenhoff vd., 2015; Resler vd., 2017; Salim vd., 2018). Bu ORM'ler ayrıntılı girdi verilerine yönelik yüksek bir talep yaratır.

1.2 Ölçek sorunları: mezoskala ve mikroskala

Mezoskalalı UCM'ler, atmosferik modeller için güvenilir sınır koşulları sağlamak amacıyla uygun yüzey giriş verilerine ihtiyaç duyarlar. Ancak bu girdi verilerinin ilgili ve gerekli mekansal ölçeği büyük ölçüde a) araştırılacak atmosferik ölçeğe ve b) uygulanan UCM'nin ölçeğine ve ayrıntı düzeyine bağlıdır. Mezoskalalı uygulamalar için bu, kentsel kanopilerden kaynaklanan sürtünmenin birinci dereceden yaklaşımı olarak pürüzlülük uzunluğunun tahminlerinden (Grimmond ve Oke, 1999) tipik kanyon parametrelerinin atmosferik modelin ızgara hücre boyutunda belirlenmesini gerektiren daha gelişmiş sokak kanyonu yaklaşımına (örneğin Masson, 2006; Schubert vd., 2012) kadar uzanır. Burada kanyonun hem geçirimsiz (örneğin yollar, kaldırımlar, otoparklar, vb.) hem de geçirgen (örneğin bitki örtüsü olan) alanları kapsadığını unutmayın. Orta ölçekli modeller için bu, kilometreden hektometre ölçeğine kadar olabilir. Ancak metre ölçeğinde çalışan mikro ölçekli modeller için, kentsel gölgelik katmanındaki binalar, sokaklar ve ağaçlar gibi bireysel unsurlar açıkça çözülür. Günümüzde PALM/PALM-4U (Maronga vd., 2015, 2019a,b) gibi kentsel mikro ölçekli modeller, 1 m'lik bir ızgara aralığında şehir mahallelerini ve 10 m'lik bir ızgara aralığında tüm şehirleri simüle edebilmektedir. Bu kadar ince ızgara aralıklarının, giriş verilerinin farklı bir ayrıntı düzeyine sahip olmasını gerektirdiği açıktır. Ayrıca, normalde türetilen pek çok tipik parametrenin, sokak ve parklardaki belirli binalar veya ağaç dizilimleri gibi bireysel kentsel yapıların gerçek koşullarıyla değiştirilmesi gerekir. Bina kabuğu artık basit bir sokak kanyonuyla değil, gerçekte olduğu gibi farklı yalıtım, pencere oranı, yüzey albedo değerlerine sahip olan ve birbirinin üzerine gölge düşüren bireysel yüzey elemanlarıyla temsil edilir. Bu bilginin yüksek önemi Resler ve arkadaşları tarafından vurgulanmıştır. (2017) malzeme parametrelerinin sistematik bir duyarlılık çalışmasında, modellenmiş yüzey sıcaklığının duyarlılığının yüzey albedosunda $\pm 0,2$ 'lik bir değişimle 5°C 'ye kadar ulaştığı görülmüştür. Bu makale

Sayısal modellerin bireysel gereksinimlerini karşılamak için farklı veri toplama stratejilerinin ve veri kaynaklarının gerekli olduğunu göstermektedir.

1.3 Kapsam sorunları: şehir ölçeğinden küresel modellemeye

Kentsel iklim çalışmaları geleneksel olarak saha çalışmaları kullanılarak enerji değişimi ve türbülanslı süreçlerin analizine odaklanmıştır veya meteoroloji istasyonlarından sıcaklık alanının mekansal dağılımını araştırmıştır (Arnfield, 2003). Bu çalışmaların hemen hepsi, fiziksel betimlemenin yerel olarak yapıldığı belirli bir alana veya şehre odaklanmıştır. Bu eğilim 2000'li yılların başında UCM'lerin gelişimiyle devam etmiş ve UCM'lerin bulunduğu ülke çapındaki alanları kapsayan hava durumu tahmin modelleri (Seity vd., 2011) artık işlevsel hale gelmiştir. Atmosferik modeller artık kentsel iklim çalışmaları için daha yaygın olarak kullanılıyor ve hatta yakın zamanda UCM'lerle bölgesel ve küresel iklim modelleri (Oleson vd., 2011) geliştiriliyor. Bu durum, kentsel parametrelerin hassas çözünürlükte üretilmesi için homojen tanımlamalara ve yöntemlere sahip olmanın gerekliliğini vurgular - tipik olarak bir veya birkaç kentsel blok için. Bu, bilimsel çalışmalar için temsili şehirler kümesinde ve ideal olarak dünya çapında karşılaştırılabilir şekillerde yapılmalıdır.

Bu makalenin amacı, UCM'ler için ihtiyaç duyulan kentsel parametreleri kategorize etmek ve daha sonra bunların bulunabilirliğini ve edinimini tartışmaktır. Aşağıdaki gibi 5 ana türün üst düzey bir kategorizasyonu başlıyalım:

- Arazi kullanımı ve arazi örtüsü;
- Morfolojik parametreler;
- Mimari parametreler;
- Sosyo-ekonomik parametreler ve bina kullanımı; Ve
- Kentsel bitki örtüsü.

Her tip için, mekansal olarak açık parametreleri elde etmenin birkaç olası yolu sunulmakta ve tartışılmaktadır. Son bölümde ise verilere erişim ve erişilebilirlik, bu veri kümelerinin kalitesi ve bunlar arasındaki ilişkili takaslar ele alınmaktadır.

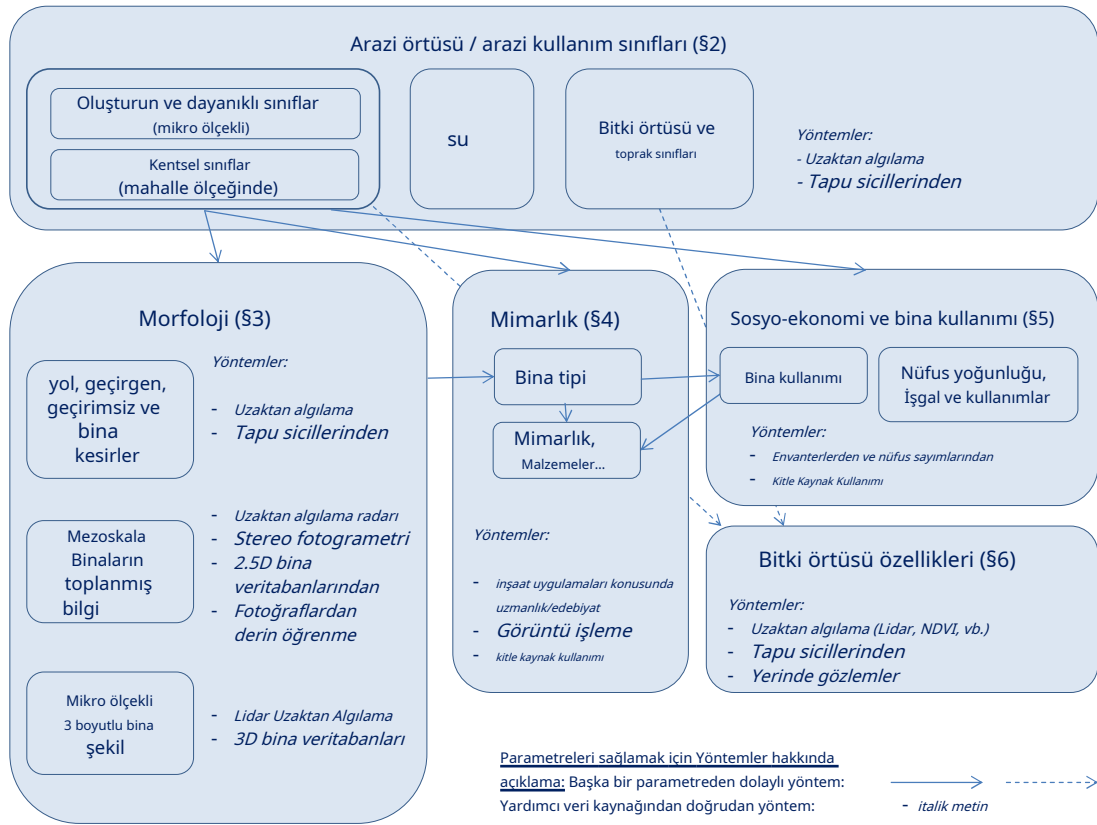
1.4 Amaca uygun

Bu kentsel parametrelere ilişkin gereklilikler her çalışmanın amacına göre değişecektir. Bu parametrelerin nasıl elde edileceğine ilişkin ayrıntılı bilgi verilmeden önce, bazı uygulamalar için tüm parametrelerin ayrıntılı haritalarının oluşturulmasına zaman veya para yatırımı yapmanın gerekli olmayabileceğinin vurgulanması önemlidir. Model sonuçlarının girdi kentsel parametrelerin doğruluğuna olan duyarlılığının değerlendirilmesi bu makalenin kapsamı dışındadır. Ancak yine de bazı rehberlikler verilebilir. Tablo 1'de çeşitli uygulama türleri için en kritik öneme sahip parametre türleri sunulmaktadır. Geniş bir bakış açısıyla, mekansal çözünürlük ne kadar yüksekse, o kadar ayrıntılı parametrelere ihtiyaç duyulur. Ancak, örneğin evsel ısıtmadan kaynaklanan kirletici emisyonlarının modellenmesi veya insan termal konforunun nicelleştirilmesi olabilecek bir çalışmanın özel kapsamı, hangi girdi parametrelerinin en alakalı olduğu üzerinde büyük bir etkiye sahip olacaktır.

Amaç	Parametre	<u>Arazi kullanımı/örtüsü sınıfları</u> - mezo ölçekli: mahalle ölçeğinde (örneğin LCZ) - mikro ölçekli: kentsel temel nesneler (örneğin binalar, yollar)	<u>Morfoloji</u> dahil. yükseklik, bina & (geçirgen) olmayan kesirler...	<u>Mimarlık</u>	<u>Sosyo-ekonomi ve</u> <u>kullanımlar</u>	<u>Bitki örtüsü</u> <u>Tanım</u> (Tür, LAI,...)
	Orta ölçekte					
	1km-res NWP ve iklim modelleri	X(mahalle ölçeğinde)				
	100m çözünürlük NWP	X	X			
	AQ modellerinin zorlanması	X				
	AQ modelleri için binaların etkileşimli emisyollarının zorlanması	X	X	X	X	
	Mikro ölçekte					
	1m-res Bina çözümleme modellemesi	X(kentsel nesneler)	X			Yaprak Alan Yoğunluğu
	Radyasyon etkileri, gölgeler	X	X	Albedo (dahil. Pencereler)		Yaprak Alan Yoğunluğu
	Akış modifikasyonu	X	X			Yaprak Alan Yoğunluğu
	Kentsel iklim süreçleri için parametrelendirmelerin geliştirilmesi	X	X	Muhtemelen (örneğin enerji denge)	Muhtemelen (örneğin trafik kaynaklı (turbülans))	Muhtemelen (örneğin kirlenitçiler (dağılım))
	Hem mikro hem de mezo ölçekte					
	Açık hava ısı stresi ölçümü	X	X	Albedo (dahil. Pencereler)		X
	Kapalı alan ısı stresi ve Enerji tüketimi ölçümü	X	X	X	X	
	Kentsel alanlardaki CO2 akışları	X	X	X	X	X
	Kentsel hidroloji modellemesi	X	Kapsam kesirler			X

Tablo 1: Amaca göre öncelik sırasına göre ihtiyaç duyulan parametreler.

Günümüz mezo ve mikro ölçekli modelleme uygulamalarında, diğer tüm parametreleri tamamen başlatmak için sadece arazi kullanımı/arazi örtüsü haritasının kullanılması mümkün ve hatta yaygındır. Bu, arazi örtüsü türüne (örneğin, "yoğun kentsel" ile "banliyö" arasındaki daha yüksek ve daha yoğun binalar) bağlı olarak her morfolojik (örneğin, bina yüksekliği, bina yoğunluğu) veya diğer parametrelere tekdüze değerler atayan arama tabloları aracılığıyla yapılır. Bu, Şekil 1'de 'dolaylı yöntem' olarak tanımlanmıştır. Sayısal Hava Tahmini (NWP) ve genellikle bu tür arama tablolarıyla ilişkilendirilen kilometre ölçeğinde uygulanan Hava Kalitesi (AQ) modellerine meteorolojik zorlama sağlamak için doğrudan uygulaması. Bu, 1 km x 1 km'lik bir mekansal ölçekte, kentsel yapıya ilişkin ayrıntıların hava tahmini ve hava kalitesi modellemesi için çok az öneme sahip olduğu varsayımına dayanmaktadır. Ancak, NWP ve AQ modellerinin yatay çözünürlüğünün (örn. 100 m) tam olarak yararlanılabilmesi ve ince ölçekli etkilerin simüle edilebilmesi için (bkz. Tablo 1), kentsel parametrelerin ince ölçekli bir tanımının sağlanması ve morfolojik parametrelere öncelik verilmesi önerilir. Bu, bu parametreleri hesaplamak için yardımcı verileri (örneğin uzaktan algılama veya yapı kadastro) kullanan 'doğrudan yöntemlerin' kullanılmasını gerektirir. Bu doğrudan yöntemlerin özeti Şekil 1'de verilmiştir ve bu makale boyunca her 5 parametre türü için (kısaca) sunulmuştur.



Şekil 1: Parametreleri sağlama yöntemlerine genel bakış

2) Arazi kullanımı ve arazi örtüsü sınıfları

2.1 Parametrelerin tanımı ve bunların önemi

Dünya'nın fiziksel ve biyofizik örtüsü, üstündeki atmosferin momentumunu, enerjisini ve su akışlarını güçlü bir şekilde değiştirir. Hassas ısı akışı genellikle geçirimsiz yüzeylerin üzerinde artarken, toprak ve bitkilerin terlemesi gizli ısı akışlarını destekleyecektir. Kıyı kentlerinde deniz meltemi koşullarında olduğu gibi arazi kullanımında ve dolayısıyla arazi örtüsünde meydana gelen ani mekansal çeşitlilik, kıtasal bir kentle karşılaştırıldığında bir kentin üzerindeki tüm sınır tabakasını önemli ölçüde etkileyebilir. Bu nedenle kentsel, bitki örtüsü ve su örtüsünün haritalanması önemlidir ve model gereksinimlerine bağlı olarak daha da geliştirilebilir. Örneğin 'su' sınıfını deniz, nehir, göl ve gölet olarak ayırabiliriz. Bitki örtüsü genellikle yüksek ve alçak bitki örtüsü olarak ayrılır (daha fazla tartışma için bölüm 6'ya bakınız).

Günümüzde, kentsel dokuya ilişkin, UCM'ler için en önemli parametreleri (örneğin, plan alanı, bina yoğunluğu, bina yüksekliği, vb.) doğrudan sağlayabilecek küresel bir veri seti bulunmamaktadır. Bunun yerine, bu tür parametreler, ilgili sınıflar ve bir dizi sezgisel yöntem kullanılarak mevcut arazi örtüsü ürünlerinden türetilir. Gerekli parametreleri tahmin etmenin iki yaygın yolu vardır. İlk seçenek, modele gerekli her parametrenin bir haritasını sağlamaktır. Bu yaklaşım, 3. bölümde açıklanmıştır

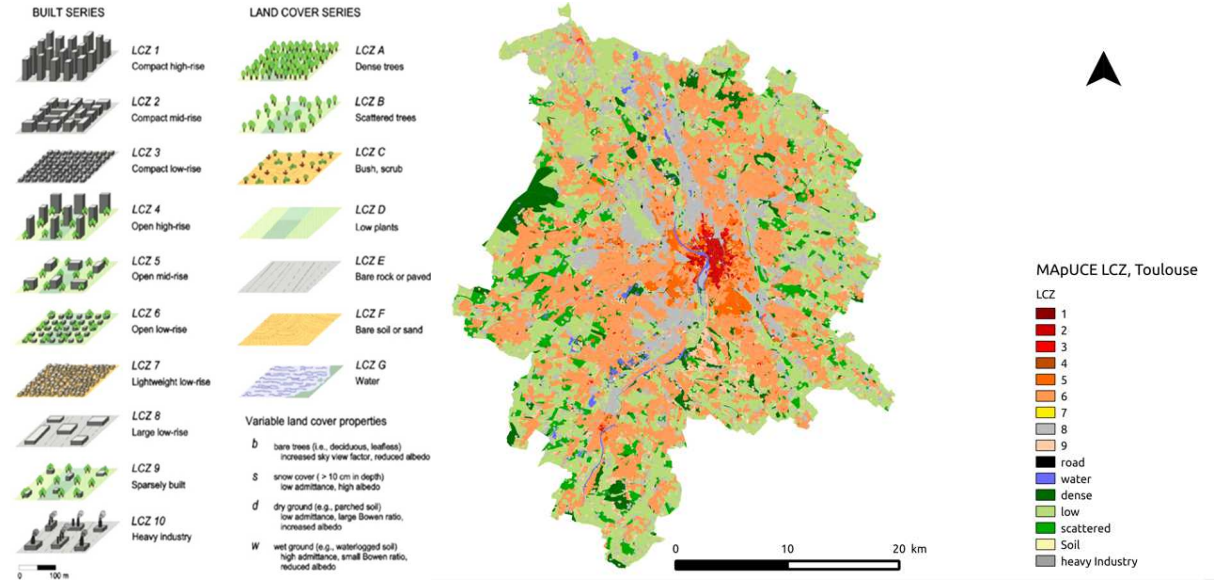
6. Ancak, herhangi bir araştırma şehrine ait tüm UCM parametreleri için böylesine ayrıntılı bir tanımlamaya sahip olmak genellikle imkansızdır. Bu nedenle, ulaşılamayan parametreler için ikinci seçenek olan arazi örtüsü haritalarından faydalanmak gerekmektedir. Örneğin uzaktan algılama görüntülerinden otomatik olarak üretilen mevcut arazi örtüsü ürünleri, genellikle kentsel alanları tanımladıkları için büyük ilgi görmektedir. Ancak, özellikle diğer bilgi kaynakları eksik olduğunda (veya kullanılmadığında), bir arama tablosu kullanılarak morfoloji, mimari, sosyal ve ekonomik çevre ve bitki örtüsüyle ilgili diğer tüm parametreleri tahmin etmek için de kullanılabilirler.

Mezo ölçekte, mutlak asgari bilgi, arazi örtüsü haritası içerisinde "kentsel" adı verilen en az bir sınıfın bulunması ve dünya genelindeki tüm kentsel model parametreleri için bu sınıfa tek tip değerler atanmasıdır. Atmosferik modeller için kullanılan veritabanlarının çoğu, son zamanlarda kullanılanlar da dahil olmak üzere, yalnızca bir kentsel sınıfa sahiptir. Model gereksinimlerine ve eldeki verilere bağlı olarak kentsel sınıf çeşitli şekillerde rafine edilebilir. Örneğin, farklı kentsel yoğunluklara ayrılabilir; bu genellikle binaların yoğunluğunu ifade eder, ancak nüfus yoğunluğu da alternatif bir yöntem olabilir. Bu sınıflar genellikle şehri mahalle ölçeğinde tanımlamak için arazi kullanımını veya arazi örtüsünü (ve sıklıkla her ikisini de) kullanır.

Tek bir kentsel sınıfa sahip küresel arazi örtüsü haritalarına örnek olarak uydu tabanlı GlobCover (300 m, bir sınıf 'yapay yüzeyler ve ilişkili alanlar'; Arino vd., 2008), MODIS Arazi Örtüsü (500 m, bir sınıf 'kentsel ve yapılaşmış arazi'; Friedl vd., 2010), ESA-CCI (300 m; bir sınıf 'kentsel alanlar'; Bontemps vd., 2013) ve GlobeLand30 (30 m, bir sınıf 'yapay yüzeyler'; Chen vd., 2015) verilebilir. Kentsel dokunun daha ayrıntılı bir tanımını elde etmek amacıyla çeşitli bölgesel ve küresel girişimler başlatılmıştır. Bir örnek, Küresel İnsan Yerleşim Katmanı (GHSL) ETİKET ürünüdür (38 m çözünürlük; Pesaresi ve diğerleri, 2013, 2016). Bu veri seti, yolları, farklı yoğunluklara sahip yapılaşmış alanları (çok hafif/hafif/orta/güçlü) ve yoğun yapılaşmış alanlar için bina yüksekliğini (alçak katlı/orta katlı/yüksek katlı/çok yüksek katlı) ayırt eder. Congalton ve diğerleri. (2014) ve Grekousis ve diğerleri. (2015) çok sayıda küresel ve bölgesel arazi örtüsü ürününü incelemektedir. Kentsel iklim modellemesi için uygun olan küresel ve bölgesel arazi örtüsü veri kümelerinin (kapsamlı olmayan) bir genel bakışı Ek 1'de sunulmaktadır.

Yerel İklim Bölgesi (YB) tipolojisinin (Stewart ve Oke, 2012, Şekil 2) dağıtımı, UCM parametrelerinin tanımlanma biçimini standartlaştırır. Bu tipoloji, kentsel dokuyu karakterize etmeyi ve mahalle ölçeğinde (genellikle ≥ 1 km) kentsel iklim çeşitliliğini oluşturmayı amaçlamaktadır.2). AKB'ler, kentleşme türleri bakımından nispeten homojen olan kentsel alanları temsil etmektedir. Bunlar ya kırsal manzarayı (yedi sınıfta: yoğun veya dağınık ağaçlar, çalılar, kısa bitkiler, çıplak toprak, çıplak kaya, su) ya da kentsel manzarayı, daha spesifik olarak on sınıfta (kompakt veya açık yüksek katlı binalar, kompakt veya açık orta katlı binalar, kompakt, açık veya seyrek alçak katlı binalar, büyük alçak katlı binalar, ağır sanayi, hafif alçak katlı binalar) temsil eder. LCZ'lere, gökyüzü görüş faktörü, en-boy oranı, ortalama bina yüksekliği, arazi pürüzlülük sınıfı, bina, geçirgen ve geçirimsiz yüzey oranları, genel termal kabul ve albedo ile antropojenik ısı akısı gibi birkaç UCM parametresi için değer aralıkları sağlanmıştır. Bu yaklaşımın 'evrensel' olması, yani sınırlı kültürel önyargıya sahip olması hedefleniyor; bu da dünya çapındaki şehirlere uygulanabileceği anlamına geliyor. LCZ'ler, diğer coğrafi veya topoğrafik faktörlerden bağımsız olarak homojen bir yerel termal iklime sahip alanları temsil etmeyi amaçlamaktadır. Houet ve Pigeon (2011) tarafından saha çalışması, hava sıcaklığı ölçümleri ve yüzey sıcaklığı uydu görüntüleri kullanılarak yapılan birkaç deneysel kampanya veya Leconte ve ark. (2017) aletli bir araçla yapılan deneyler bu varsayımın doğruluğunu teyit etmiştir. Ancak ORM'ler için yukarıdaki veri kümeleri ve yaklaşımlar yeterli değildir, çünkü kentsel örtünün açıkça tanımlanması gerekir.

Mikro ölçekte, kentsel yüzeyi tanımlamak için çok daha ince mekânsal ayrıntılara ihtiyaç duyulmaktadır. Kenti mahalle ölçeğinde temsil eden arazi kullanımı ve arazi örtüsü sınıflarının aksine, burada kentin temel nesnelerini tek tek tanımlamak gerekmektedir. Bir diğer yaklaşım ise kentsel arazi örtüsünü bileşenleriyle tanımlamak, böylece binalar, asfalt yüzeyler (yollar vb.) ve çayırlar gibi kentsel nesneleri haritalamaktır ki bu da ORM'ler için tipik bir yaklaşımdır.



Şekil 2:LCZ sınıflandırma şeması. Sol: LCZ tanımı (kaynak: Stewart ve Oke 2012); sağ: Fransa'nın Toulouse kentinde yapı kayıt sistemi kullanılarak üretilen kentsel blok ölçeğindeki vektör tabanlı LCZ haritası.

2.2 Arazi örtüsü verilerini toplama metodolojileri

2.2.1. Uzaktan algılama yöntemleri

Uzaktan algılama, arazi örtüsü haritalaması için kullanışlı bir araçtır. Geniş alanları aynı anda kapsayabiliyor, farklı şehirler arasında karşılaştırılabilir haritalama yapılmasına olanak sağlıyor ve veri setleri oldukça kolay güncellenebiliyor. Ancak uygun sensörü seçerken birkaç hususun dikkate alınması gerekir. Mekansal çözünürlüğün ve sınıflandırma şemasının tanımlanması gerekmektedir. Daha fazla sınıfın dikkate alınması gerektiğinde, uzaktan algılama verilerinin daha fazla spektral ve mekansal ayrıntıya ihtiyacı olacaktır. Kentsel iklim için uzaktan algılama uygulamaları için uygun bir sınıflandırma şeması, Ridd (1995) tarafından geliştirilen Bitki Örtüsü, Geçirimsiz Alan ve Toprak (VIS) yaklaşımıdır; bu yaklaşım, aynı piksel içindeki arazi örtüsü karışımlarını da ele almaktadır. Genellikle geçirimsiz yüzey, yüksek ve düşük albedo sınıflarına ayrılır (Lu ve Weng, 2006), özellikle daha yüksek mekansal çözünürlüklerde (Yang ve He, 2017). VIS yaklaşımı, örneğin UHI haritalama ve yüzey sıcaklığı çalışmalarına uygulanmıştır (örneğin Zhang ve diğerleri, 2015; Wang ve diğerleri, 2016).

Daha yüksek mekansal ve spektral çözünürlükle, binalar ve kaldırımlar (örneğin Thomas vd., 2003) gibi daha fazla sınıf ayırt edilebilir ve yüksek çözünürlüklü hiperspektral uzaktan algılama verileriyle malzeme haritalaması yapılabilir (Heldens vd., 2017). Sınıflandırma şeması belirlendikten sonra uygun sensör seçilebilir. 10 metreden daha kaba mekansal çözünürlükler için pek çok uydu sistemi mevcuttur. Sensöre bağlı olarak veriler çoğu zaman ücretsiz olarak elde edilebiliyor. 10 metreden daha düşük mekansal çözünürlükler, çoğunlukla serbestçe erişilemeyen yüksek çözünürlüklü görüntüler gerektirir. Uydu verilerinin yanı sıra havadan alınan sensörlerden de faydalanılabilir. Sınıflandırma şemasına ve uzaktan erişime göre

Algılama verilerine göre sınıflandırma yöntemi seçilir. Genellikle gözetimli ve gözetimsiz yöntemler mevcuttur. Arazi örtüsü haritalama tekniklerine genel bir bakış Lu ve Weng (2007) veya Ban ve diğerleri tarafından ele alınmıştır. (2015).

Yüksek çözünürlüklü veriler için nesne tabanlı sınıflandırma teknikleri kullanılabilir (Ma ve ark., 2017). Makine öğrenimi tekniklerinin geliştirilmesi ve iyileştirilmesine yönelik önemli araştırma çabaları yürütülmektedir ve bunlar özellikle karmaşık sınıflandırma görevleri için ümit vericidir (Maxwell vd., 2018).

Kentsel iklim uygulamaları için özel olarak geliştirilen bir arazi örtüsü sınıflandırma yaklaşımı Dünya Kentsel Veritabanı ve Erişim Portalı Araçları (WUDAPT) projesidir. Bu, kentsel iklim bilimcileri topluluğu tarafından başlatılan bir girişimdir (Bechtel vd., 2015; Ching vd., 2018), uydu görüntülerinin denetlenen sınıflandırmasını kullanarak LCZ raster haritaları üretmek için ortak bir metodoloji önermektedir. Çin ve Avrupa gibi bazı büyük alanlar 100 m çözünürlükte taranmış durumda.

2.2.2. Vektörel topoğrafik veri tabanlarından ve tapu kayıtlarından

Uzaktan algılama görüntülerine ek olarak, kentsel yapı çevresi ve şehirlerdeki insan faaliyetleri hakkında vektör biçimli bilgiler, arazi örtüsünün haritalanması (ve UCM'ler için parametreler türetilmesi) için yararlı bir kaynaktır. Bu tür vektör verilerinin tipik kaynakları yerel, ulusal veya Avrupa kamu kuruluşlarıdır (örneğin planlama kuruluşları, haritalama veya istatistik enstitüleri, arazi ve mülkiyet kayıtları, Avrupa ürünleri üreten ulusal haritalama kuruluşlarının bir konsorsiyumu olan Eurogeographics), özel şirketler (örneğin emlak komisyoncuları, çevre hizmetleri şirketleri, ulaşım danışmanları), uluslararası kuruluşlar (örneğin Avrupa Çevre Ajansı, Avrupa Komisyonu'nun EUROSTAT kuruluşu ve Dünya Bankası, Uluslararası Para Fonu veya Birleşmiş Milletler'in tematik veri bankaları) ve OpenStreetMap gibi kitle kaynaklı girişimlerdir.¹ (OSM). OSM, gönüllülerin dünyanın küresel haritasına katkıda bulunduğu bir girişimdir (Mooney ve Minghini, 2017).

Vektör veri kümelerinden arazi kullanım bilgilerini çıkarmanın bir yöntemi, arazi parselleri ve binaların kadastro planlarını, bu coğrafi varlıklar hakkında kayıtlı olan bilgilerle (örneğin vergilendirme, imar izinleri veya mülkiyet kayıtları) birleştirmektir. Kentsel arazi parçalarını ve inşa edilmiş yapıları çok yüksek mekansal çözünürlükte temsil eden ve bunların kullanımlarına ilişkin ayrıntılı bilgilerle birlikte sunan birleşik veri kümeleri geliştirmek için CBS (veya AutoCad) yazılımları kullanılabilir ve bunlar daha sonra arazi kullanım haritalarına dönüştürülebilir. Başka bir yöntem, yukarıda belirtilen veri kümelerinde yer alan bina ayak izlerinin ve diğer insan yapımı yapıların vektör çokgenlerini kullanarak, bu ayak izlerine ve yapılara rastlandığında mevcut arazi örtüsü haritalarında bu pikselleri "kentsel" olarak "etiketlemektir" (örneğin bkz. Jantz ve diğerleri, 2004). Bu, daha ayrıntılı kentsel sınıfların oluşturulmasına olanak sağlar; çünkü bina izleri genellikle binaların türü ve kullanımı hakkında bilgi içerir. Yukarıdakilere benzer şekilde üçüncü bir yöntem, belirli koordinat noktaları veya poligonlar hakkında semantik bilgi talep etmek için örneğin OSM sorgu servisi veya ulusal portallar gibi mekansal veri servislerine erişmektir. Anlamsal bilgiler, belirli bir yapı için bildirilen insan faaliyeti türünü (örneğin, rekreasyon, alışveriş, yemek yeme vb.) veya bir yapının sınıflandırıldığı genel kategoriyi (örneğin, konut, ticari, hükümet vb.) içerebilir. Bu yaklaşım, arazi kullanım haritaları geliştirmek veya mevcut arazi örtüsü haritalarını iyileştirmek için kullanılabilir (Olbricht, 2015; Boeing, 2017). İdari kadastryu kullanan bu tür yöntemler Kotharkar ve Bagade (2018) tarafından Hindistan'daki Nagpur için, Geletič ve Lehnert (2016) tarafından Çek Cumhuriyeti'ndeki üç şehir için ve Zheng ve diğerleri tarafından da Arazi Kullanım Bölgelerini haritalamak için kullanılmıştır. (2018) Hong Kong'da ve Fransız şehirleri için Hidalgo ve diğerleri tarafından. (2019)

¹<http://www.openstreetmap.org/>

(Şekil 2). 25 metreden daha ince grid çözünürlüğüne sahip UCM'ler daha ayrıntılı arazi örtüsü/arazi kullanımı verilerine ihtiyaç duyarlar. Almanya'da ALKIS (Resmi Gayrimenkul Kadastro) ve ATKIS (Resmi Topoğrafya Bilgi Sistemi) adı altında arazi örtüsü ve arazi kullanımı verilerini farklı ölçeklerde sunan bölge çapında kadastrolar mevcuttur. Bu sistemler her yıl güncellenmekte ve doğrulanmaktadır. Benzer ürünler Avrupa'nın her ülkesinde mevcuttur. INSPIRE direktifi, bu tür ulusal verilerin Avrupa çevre faaliyetlerinin izlenmesinde yeniden kullanılmasını ve yerel ve Avrupa düzeyleri arasında daha fazla tutarlılık sağlamak amacıyla Avrupa politikalarının tasarlanmasını amaçlamaktadır. Bu hedefe ulaşmak için, söz konusu içerikler için federasyonlu bir iş akışı tasarlanmış olup, her ülkenin, yasal olarak yetkilendirilmiş kuruluşlar tarafından üretilen verileri, Avrupa düzeyindeki birlikte çalışabilirlik şartlarına uygun olarak web servisleri aracılığıyla yayınlaması gerekmektedir. Bu yüksek çözünürlükte OSM de veri kaynağı olarak kullanılabilir, ancak kalite bölgelere göre büyük ölçüde farklılık gösterir. Ancak özellikle bina ayak izleri açısından yoğun nüfuslu bölgelerde ORM ve UCM'lere girdi olarak kalite yeterlidir.

2.2.3. Veri birleştirme

Arazi örtüsü veya arazi kullanımı konusunda ihtiyaç duyulan veriler, yukarıda belirtilen veri kümelerinden yalnızca biriyle yeterli doğrulukta temsil edilememektedir. Ortaya çıkan bilgi katmanını iyileştirmek için birden fazla veri kümesini birleştirmek iyi bir alternatiftir. Böyle bir veri birleştirme yaklaşımı, örneğin, malzeme bilgisi elde etmek için farklı spektral imzaları birleştirmek amacıyla sinyal işleme tekniklerine, 3B bilgi elde etmek için farklı açılara sahip verileri birleştirmek amacıyla fotogrametri tekniklerine veya farklı mekansal formatları (yani raster, vektör ve tablolar) birleştirmek amacıyla gelişmiş CBS işlemlerine dayanabilir. Örneğin, CBS bilgileri, parametreler için vekil olarak uzaktan algılama bilgileriyle birleştirilebilir. Bu yaklaşım, genellikle derin öğrenme algoritmalarının yardımıyla, zamansal, mekansal ve spektral bilgi kalıplarını belirli insan faaliyetleriyle ilişkilendirerek son derece ayrıntılı arazi kullanımı ve bina kullanımı bilgilerini türetmek için kullanılabilir (Ebert vd., 2009; Ghaffarian vd., 2018). Ancak her veri setinin kalitesi hakkında iyi bilgiye sahip olmak çok önemlidir, çünkü aynı bilgiyi farklı kalitelerde veya mekansal çözünürlüklerde içerebilirler.

3) Morfolojik parametreler

3.1 Parametrelerin tanımı ve bunların önemi

Morfolojik parametreler, şehrin üç boyutlu görünümünün tanımlanmasına olanak tanır ve binalar arasındaki gölgelenme ve çoklu yansımalarla momentumu ve radyasyon alışverişini etkileyerek, kızılotesi radyasyonun hapsolmasına (özellikle geceleri) neden olur. Ayrıca binaların 3 boyutlu yapısı, katı malzemelerle kaplanan hacmi ve atmosferle doğrudan temas halinde olan yüzey alanı miktarını artırmaktadır. Kentlerin üç boyutlu yapısı ve yapı malzemelerinin termal özellikleri, ısının kent örtüsü içerisinde depolanmasını kolaylaştırıyor. Her iki durum da gece UHI'sinin gelişmesine yol açan başlıca fiziksel nedenlerdir. Mikro ölçekte, bu süreçler, bireysel binalar arasındaki açık etkileşimlerle simüle edilir. Bunların ORM'lerde temsil edilebilmesi için, dekametreden metreye ölçekte 2B ve 3B kentsel yapıya ait detaylı bilgilere ihtiyaç vardır. Burada ilgili morfolojik parametreler, ana yollar ve köprüler de dahil olmak üzere, inşa edilmiş yapıların hangi şebeke hacimlerini kapladığına ilişkin bilgi olan 3B bina konfigürasyonu ve geçirimsiz (yollar, kaldırımlar, otoparklar, vb.) ve geçirgen yüzeyler (su, bitki örtüsü, toprak) ile ilgili yüzey konfigürasyonunun 2B haritalarıdır. Orta ölçekte bu parametreler istatistiksel olarak gösterge değerlerine toplanır. Birçok gösterge mevcuttur ve bunların bir kısmı diğerleriyle birleştirilerek elde edilebilir. Mezoskopalı UCM'ler için üretilmesi gereken tipik morfolojik parametreler Tablo 2'de açıklanmıştır.

Parametreler	Yorumlar
bina kesri λ_p	Binaların yüzey alanı S_{bid} , yukarıdan bakıldığında, söz konusu kentsel alanın yatay yüzeyine bölündüğünde, S_{hor}
geçirgen ve yol kesri	Aynısı, belirgin ve yol/geçirmez yüzeyler için de geçerlidir
duvar yoğunluğu λ_w	Atmosferle temas eden duvar yüzeylerinin oranı, S_w , ve yatay kentsel yüzey, $\lambda_w = S_w / S_{hor}$
ortalama bina yüksekliği, h	Bu, λ ile birlikte, tüm UCM'lerin ihtiyaç duyduğu temel parametredir.
σ_H	Bina yüksekliğinin standart sapması
pürüzlülük uzunluğu z_0	Bu, temelde bir yüzeyin üzerindeki hava akışını tanımlayan bir aerodinamik parametre olmakla birlikte, klasik olarak altındaki yüzeyin yapısından tahmin edilir. Şehirlerde pürüzlülük uzunluğunu matematiksel olarak tahmin etmenin birçok yolu vardır (Grimmond ve Oke, 1999). Pürüzlülük uzunluğu, dar anlamda, sadece homojen ve düzgün yüzeyler için uygulanabilir olmakla birlikte, alternatiflerin yetersizliği nedeniyle, sıklıkla heterojen yüzeylere ve yapılara da uygulanmaktadır.
h/w ve Ψ	Şehrin sıklığını tanımlayan kanyon en-boy oranı (bina yüksekliğinin kanyon genişliğine bölümü, y/g) ve gökyüzü görüş faktörü Ψ .
Frontal alan yoğunluğu, λ_F	λ_F Duvarların rüzgara bakan yüzeyinin yatay yüzeyle normalize edilmiş halidir. $\lambda_F < \lambda_w$. Rüzgarın yönüne bağlı.

Tablo 2: UCM'ler tarafından kullanılan tipik morfolojik parametreler

Kesişen atmosferik katmanlara sahip çok katmanlı modellerde (Martilli vd., 2002; Hamdi ve Masson, 2008), sürtünme, sürüklenme katsayısı yaklaşımı kullanılarak simüle edilir. Bu amaçla, λ_F binalar arasındaki dikey düzenlemeyi tanımlayan, genellikle λ ile birleştirilir. Çünkü birlikte, gölgelik ile atmosfer arasındaki nefes alabilirliğin doğasını temsil ederler.

Kanyonun en boy oranı (h/w) ve gökyüzü görüş faktörü Ψ , şehrin radyasyonu yakalama yeteneğini tanımlıyor. Büyük h/w (küçük Ψ) oranı depolama ısı akısını desteklerken, düşük gökyüzü görüş faktörü geceleri uzun dalga radyasyon kaybını azaltır, ancak aynı zamanda gündüzleri kısa dalga kazanımını da azaltır.

3.2 Morfolojik parametreler arasındaki bağlantılar

Gerçekte, kentsel dokudaki çeşitlilik ve farklı şekillerdeki binalar arasındaki düzenleme, belirli bir alan için (ya modelin ızgara örgüsü ya da LCZ veya kentsel blok) çeşitli parametre kombinasyonlarına yol açabilir. Başka bir deyişle, bu parametrelerin tümü bağımsız olarak haritalanabilir.

Ancak mezoskalalı UCM'lerde morfolojik parametreler kullanıldığında, basitleştirilmiş bir geometri varsayılmaktadır. Bu, şu anlama gelir: (1) UCM'ler kentsel dokunun tüm iç değişkenliğini simüle edemez ve (2) bu morfolojik parametreler artık bağımsız değildir. Bu, UCM içindeki fizik ve enerji korunumunu ihlal etmeden, bunların çoğunun ince ölçekli veriler kullanılarak bağımsız olarak belirlenemeyeceği anlamına gelir. Bu nedenle model geliştiricilerin şunları belirlemesi gerekir: (1) hangi parametreler kesinlikle gereklidir; (2) başkalarından çıkarılabilen (ancak veriler mevcutsa bağımsız olarak tahmin edilebilecek); ve (3) UCM'nin tutarlılığını korumak için başkalarından çıkarılması gereken.

Momentum akısı parametrelendirmelerine giren parametreler genellikle ikinci kategoride yer alır. Bina yükseklikleri veya λ_F ve λ_P , pürüzlülük uzunluğunu (Grimmond ve Oke, 1999) ve sürüklenme katsayılarını (Santiago ve Martilli, 2010) tanımlamak için kullanılabilir. Tüm parametreler teşhis amaçları için de serbestçe kullanılabilir, örneğin Ψ 'nin ince ölçekli haritaları, yüzey enerji dengesinin hesaplanması için UCM'ye doğrudan girdi olarak kullanılabilecekler bile, kanyon içindeki (veya daha genel olarak şehir içindeki) çeşitli yerlerde insan konforunun değerlendirilmesi için kullanılabilir. Ancak, bireysel yüzeylerin (çatı, duvar, yol, bitki örtüsü gibi) enerji dengeleri dikkate alındığında, bazı parametreler artık diğerlerinden bağımsız olarak belirlenememektedir. Çoğu UCM, iki aynı yükseklikteki duvarla çevrili, sonsuz uzunlukta bir sokak kanyonunun varlığını varsayan kanyon hipotezine dayanmaktadır. Bu durum, artık bağımsız olarak değerlendirilemeyecek bazı morfolojik parametreler arasındaki ilişkileri ortaya çıkarır. Enerji korunumu atmosferle temas eden her yüzeyin miktarına, radyatif değişimler ise yüzeylerin birbirini nasıl 'gördüğüne' bağlıdır. Sonsuz kanyon geometrisinde, bu, normalize edilmiş duvar yüzeyi λ için şunu ifade eder: w , kanyonun en/boy oranı h/w , plan alanı yoğunluğu (veya yapı oranı) λ_F ve cadde ortasındaki gökyüzü görüş faktörü Ψ (Noilhan, 1981'den) aşağıdaki gibi ifade edilebilir:

$$\lambda_w = 2 (1 - \lambda_P) \text{ donanım} \quad (1)$$

$$\Psi = [(h/h)_{2+1}]^{1/2} - \text{donanım} \quad (2)$$

Bu, λ haritalarının λ_P , λ_w , Ψ ve h/w mevcut ise, UCM enerji dengesinin hesaplanmasında bunlardan yalnızca ikisi kullanılmalıdır. Bu nedenle yeniden hesaplanan iki parametre gerçek şehir verileriyle tutarlı olmayacaktır. Hogan (2018), yol genişliklerinin üstel dağılımına dayanan başka bir geometrik hipotezi araştırdı ve morfolojik parametreler arasındaki türetilen ilişkilerin yalnızca λ kullanılarak da hesaplanabileceğini gösterdi. λ_P , λ_w ve bina yüksekliği.

(1) Heterojen gerçek bir kentsel doku için kanyon genişliğinin (w) ne olduğunu tanımlamanın zorluğu veya Ψ 'yi hesaplamak için gereken yolun ortasının nerede tanımlanacağı ve (2) enerji değişimi için atmosferle temas halindeki yüzeylerin miktarının önemi göz önüne alındığında, birincil parametreler olarak şunları kullanmanızı şiddetle tavsiye ediyoruz: bina yüksekliği, bina oranı, λ_P , klasik olan ve normalize edilmiş duvar yüzeyi, λ_w . Her ne kadar bu son parametre UCM'lerde genellikle bağımsız bir giriş parametresi olarak kabul edilmese de.

3.3 Morfolojik parametreleri toplama metodolojileri

3.3.1 Uzaktan algılamadan elde edilen veriler

Uzaktan algılama, maliyet açısından verimli geniş alan verisi toplama yeteneği nedeniyle, inşa edilmiş çevrenin 3 boyutlu yapısını tanımlamak için önemli bir kaynak haline gelmiştir. Uzaktan algılama teknolojileriyle elde edilen kentsel yapı analizlerinde en sık kullanılan temel ürün sayısal yüzey modelidir (DSM). DSM, binalar ve altyapı elemanları veya ağaçlar ve çalılıklar gibi diğer tüm dikey özelliklerle birlikte arazi yüzeyinin ayrıntılı bir resmini sağlar. Arazi topografyasıyla ilgili olmayan dikey nesneleri (örneğin binalar) daha etkili bir şekilde tanımlamak ve analiz etmek için, genellikle modellenmiş arazi yüksekliğinin (dijital arazi modeli) DSM'den çıkarılmasıyla normalleştirilmiş bir DSM (nDSM) hesaplanır (Weidner ve Förstner, 1995; Reinartz ve diğerleri, 2017).

DSM/nDSM üretimi ve sonrasında kentsel morfolojinin analizi için geleneksel teknik, uçaklara monte edilmiş sensörlerden (Fradkin vd., 1999; Hirschmüller vd., 2005) veya yüksek ve çok yüksek çözünürlüklü uydu verilerinden (Toutin, 2006; Eckert ve Hollands, 2010; Sirmacek vd., 2012; Aguilar vd., 2014) elde edilen optik stereo görüntülerin fotogrametrik işlenmesidir. Son zamanlarda, insansız hava araçları (İHA'lar) kentsel morfolojinin 3 boyutlu ölçülmesinde giderek daha fazla kullanılmaktadır. Gevaert ve ark. (2017) İHA verilerinden elde edilen nokta bulutu ve görüntü tabanlı morfolojik özelliklerin, gayri resmi yerleşimlerle ilgili belirli yapıların sınıflandırılmasında nasıl kullanılabileceğini açıklamaktadır. Esch ve ark. (2018a) İHA'lar, insansız hava araçları veya yüksek irtifa sahte uydularının (HAPS) kullanımından kaynaklanan yerel kentsel morfolojinin araştırılması için yeni perspektifleri açıklamaktadır.

Stereo fotogrametriye yerleşik bir alternatif, havadan ışık tespiti ve mesafe ölçümü (LiDAR) ile nokta bulutlarının analizidir. LiDAR sistemleri lazer darbelerini yere doğru gönderirken, çalışma zamanı uzunluğu hassas DSM'ler üretmek için kullanılabilir (Vosselman ve Maas, 2010). LiDAR'lar genellikle m² başına 4-50 noktadan oluşan bir bulut toplar ve böylece küçük ölçekli kentsel morfolojinin ayrıntılı bir karakterizasyonuna olanak tanır (Jutzi ve Stilla, 2003; Goodwin ve diğerleri, 2009; Yan ve diğerleri, 2015). Bonczak ve Kontokosta (2019), karmaşık kentsel ortamlarda tasarım parametrelerini benzeri görülmemiş mekansal ayrıntılarla çıkarmak için nokta tabanlı vokselizasyon tekniklerinin uygulanmasını göstermektedir.

Ayrıca, sentetik açıklıklı radar (SAR) teknolojisi, uzay kaynaklı SAR interferometrisi (InSAR) veya SAR tomografisi (Fornaro ve Serafino, 2006; Frey ve diğerleri, 2014; Marconcini ve diğerleri, 2014; Geiß ve diğerleri, 2015; Zhu ve diğerleri, 2016) vasıtasıyla kentsel alanlar için DSM'ler üretmek amacıyla kullanılabilir. Ancak InSAR açısından bakıldığında, elde edilen DSM'lerin mekansal çözünürlüğü genellikle optik uydu sistemlerinden elde edilen ürünlerden daha düşüktür, oysa SAR tomografisi, büyük uydu verisi gereksinimleri nedeniyle hala oldukça deneysel bir yöntemdir.

Copernicus'un Urban Atlas arazi örtüsü/arazi kullanımı ürününe yakın zamanda AB ülkelerinin başkentlerine ait bina yüksekliği verileri eklendi. Her ne kadar sadece büyük (700) ancak yine de sınırlı sayıda şehri kapsasa da, bu test/doğrulama için veri sağlayabilir. Bu bilgiler ayrıca INSPIRE verilerinde ve Avrupa Konum Servisinde de mevcuttur.

3.3.2 Bireysel binaların 2.5D kadaströ vektör verilerinin GIS ile işlenmesi

CBS yazılımları genellikle bina yoğunluğu, ortalama bina yüksekliği, yoğunluk oranı, gökyüzü görüş faktörü vb. gibi morfolojik göstergeleri hesaplamak için kullanılır. Bu göstergeler, kentsel yapıyı farklı coğrafi ölçeklerde (örneğin kentsel parseller veya ilçeler) incelemek ve izlemek için uygulanır. Teknikler, geometrik veri modelleri (vektör verileri olarak da adlandırılır) kullanan mekansal analiz zincirlerine dayanmaktadır. Kentsel özellikler, bir dizi çokgen (örneğin binalar), çizgi (örneğin yollar) veya

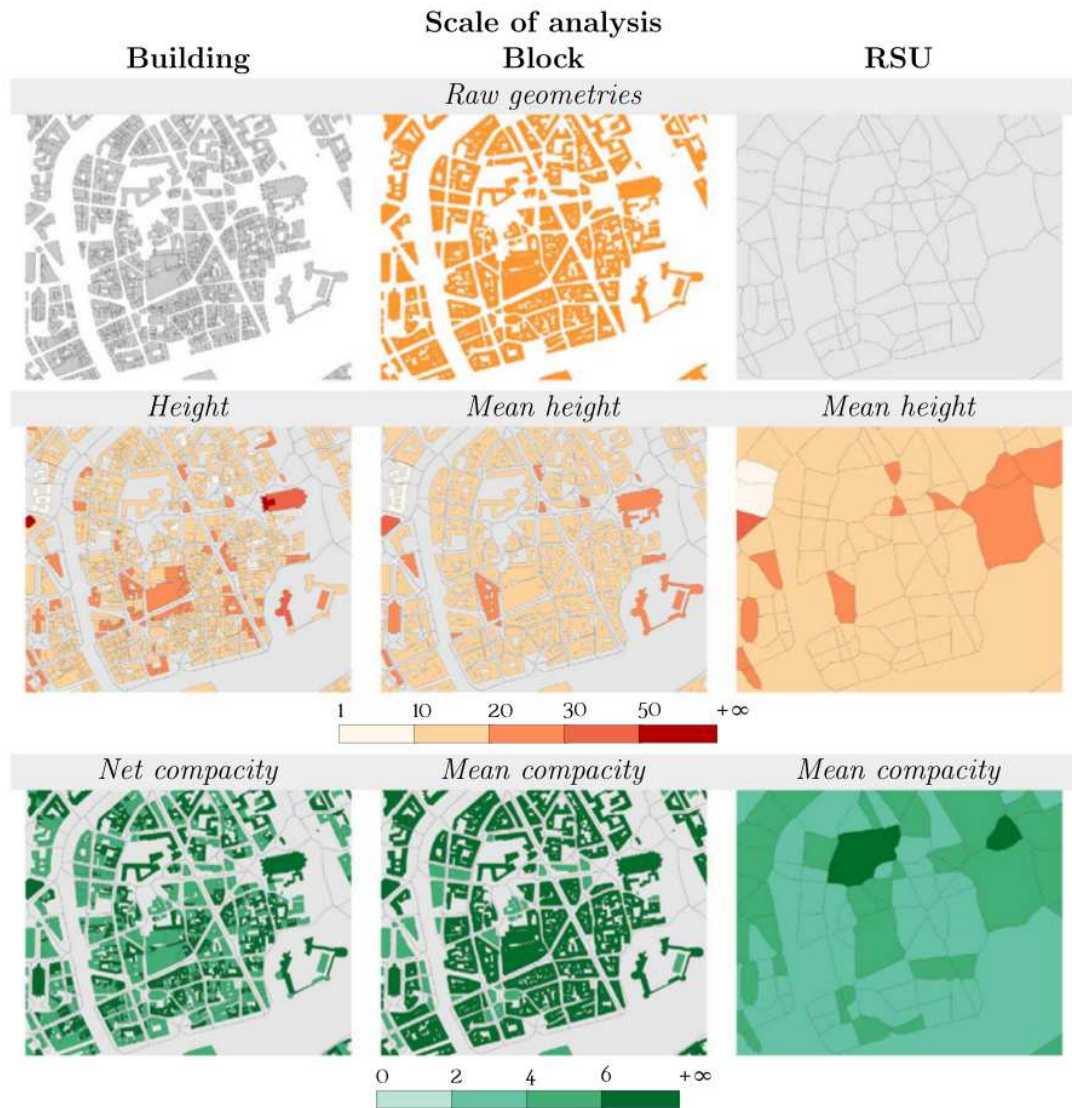
GIS katmanlarında gruplandırılmış ve 2,5 boyutlu bir boyuta sınırlandırılmış noktalar (örneğin yükseklik). Vektör veri modeli kentsel iklim çalışmaları için çeşitli avantajlar sunmaktadır:

- Birçok parametreyi tek katmanda saklama olanağı vardır. Örneğin, bir bina çokgen kümesiyle temsil ediliyorsa, onu tanımlamak için yükseklik, yaş, kat alanı ve duvar malzemesi gibi ek nitelikler belirtilebilir.
- Kentsel geometrinin doğru bir şekilde temsil edilmesine olanak vererek kentsel iklim modellerinin çok hassas bir ölçekte (örneğin 1 m) çalışmasına olanak tanır. Berghauser Pont ve Haupt (2005) bir yapı bloğunu, birbiriyle temas halinde olan yapıların bir araya gelmesi olarak tanımlamaktadır. Yapı bloğu kavramı, kentsel dokudaki mimari örüntülerin (orta yükseklikte kompakt binalar, kapalı bloklar, vb.) yeniden canlandırılmasına olanak tanır. Bu ölçek, özellikle kentsel iklim ve bina enerji talebinin etkileşimini ele alan çalışmalar için faydalıdır (Bouyer vd., 2011).

Çoğu CBS yaklaşımı, kentsel alanı temsil etmek ve hücrelerin içindeki morfolojik göstergeleri hesaplamak için düzenli bir vektör ızgarası kullanır (Lindberg, 2007). Ching ve ark. (2009) yaklaşık 130 ABD şehrine ait binalar ve kentsel bitki örtüsü (çoğunlukla havadan LiDAR tespiti yoluyla), binalar, trafik ve insan metabolizması nedeniyle oluşan antropojenik ısı salınımı (enerji tüketim verileri ve bölgesel iklim koşullarını birleştiren yukarıdan aşağıya bir yaklaşım yoluyla) ve ayrıca gündüz ve gece nüfus yoğunluğu (nüfus sayımı verileri yoluyla) hakkında veri derledi.

Düzenli bir şebeke, bir iklim modelini doldurmak için uygun olsa da, aynı zamanda gerçek parsellere veya kentsel biçimlere uymayan, düzensiz şekillere ve sosyoekonomik süreçlerden kaynaklanan kendine özgü mekansal sınırlara sahip olma eğiliminde olan soyut bir özelliği de temsil eder. Kentler genellikle düzenli ızgaralar kullanıldığında yumuşatılan karmaşık mekansal bileşimlerle karakterize edilir; Zorluk, her iki seçeneği de birleştiren ve dolayısıyla hem fiziksel hem de sosyoekonomik süreçlerin temsili ve modellemesi için uygun olan bir mekan temsili kullanmaktır.

Kentsel alanların morfolojisini ve mekansal ilişkilerini tanımlayan ayrıntılı bir haritalamayla uğraşmak eski ama hala çok güncel bir konudur. Barnsley ve Barr (1997), coğrafi olarak referanslanmış bir dijital kentsel haritanın mekansal sınıflandırmasını gerçekleştirmek için bir CBS grafik modeli önermiştir. Steiniger (2006), morfolojik özellikler kümesini, haritalama amaçları doğrultusunda kentsel yapıları sınıflandırmak için genişletiyor. Bocher ve ark. (2018), Fransız toprakları için mevcut 2,5 boyutlu vektör verilerine dayalı bir dizi morfolojik göstergesi hesaplamak için bir CBS işleme zincirini açıklamaktadır. Üç ölçekte 64 gösterge hesaplandı: bireysel binalar, bina blokları ve Referans Mekansal Birim adı verilen belirli bir birim alan (Şekil 3). Bu göstergeler sosyoekonomik verilerle birleştirilerek kentsel doku kategorize edilmektedir.



Şekil 3. Morfolojik göstergeleri hesaplamak için kullanılan üç coğrafi ölçeğe (bireysel binalar, bina blokları ve Referans Mekansal Birimler) ait haritalar. Kaynak: Bocher ve diğerleri (2018).

Samsonov ve ark. (2015) vektör veri tabanlarından kentsel kanyonları çıkarmak için gelişmiş bir CBS tekniği sundu. Yazarlar, üçgenlerin geometrik özelliklerine ve kentsel özellikler, binalar ve sokak ağı ile olan mekansal ilişkilerine dayanarak kanyonların hiyerarşisini belirlemek için kısıtlı bir Delaunay üçgenlemesini kullandılar. Kanyonların morfolojik özellikleri daha sonra türetilen göstergelerle (gökyüzü görüş faktörü ve cephe alanı indeksi gibi) birleştirilerek URB_MOS meteoroloji modeline aktarılır. Moskova şehri için sıcaklık ve rüzgarın mekansal dağılımını modellemek üzere bir uygulama tartışılmaktadır.

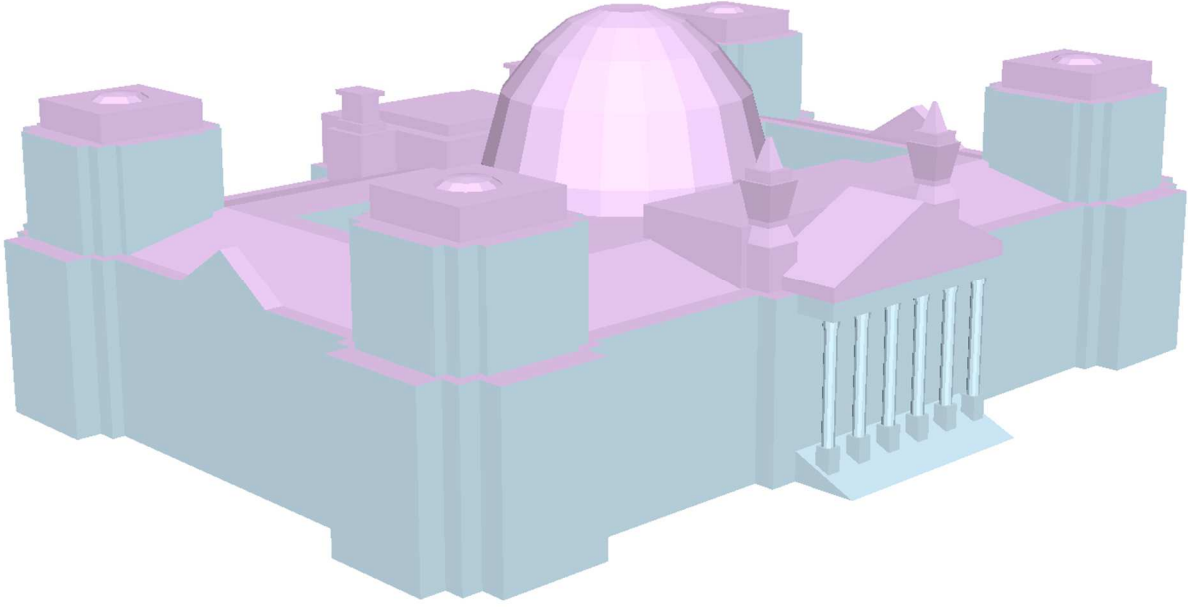
3.3.3 Mikro ölçekli modelleme için 3B bina verileri ve CityGML

CityGML standardı tarafından geliştirilmiştir Açık Coğrafi Uzamsal Konsorsiyum (OGC), tüm ilgili topografik kentsel nesnelerin üç boyutlu geometrisini, topolojisini, görünümünü ve semantiğini, basitleştirilmiş sınırlayıcı kutulardan (LOD1: sabit bina yüksekliği, LOD2: çatı şekli ile kapılar (LOD3) veya iç mekan tasarımı (LOD4) gibi açık ayrıntılara kadar uzanan birden fazla iyi tanımlanmış ayrıntı düzeyinde (LOD) tanımlar (Gröger ve Plümer, 2012). Çünkü bunlar açık bir biçimde temsil eder

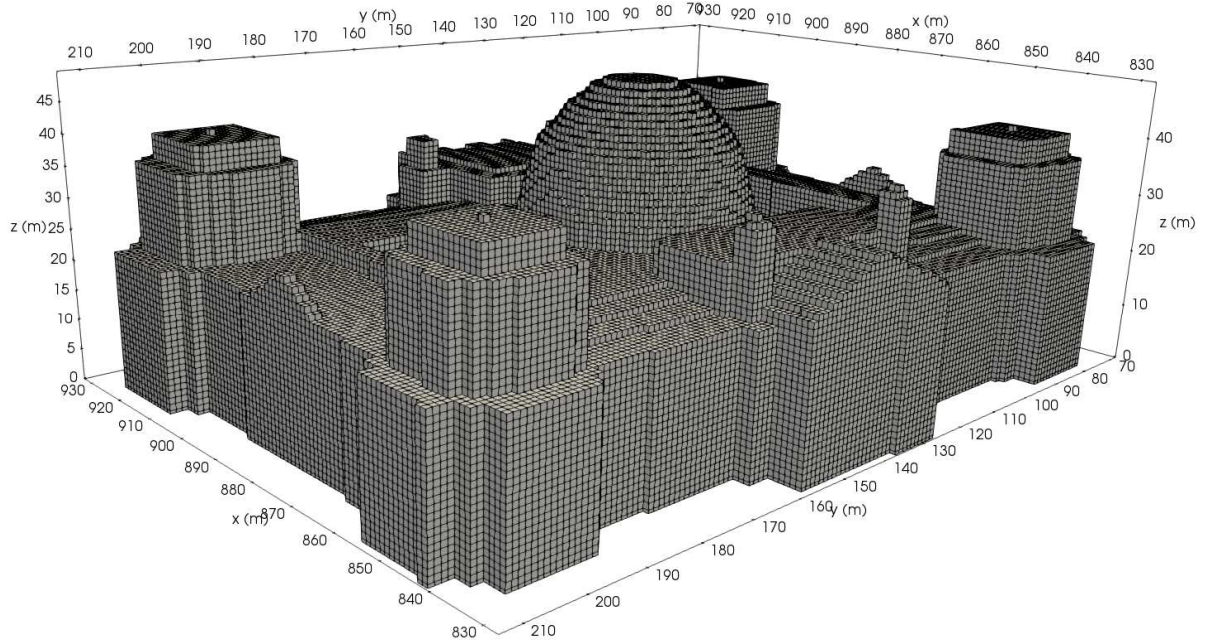
Binalar, bu daha ince ölçekli verileri kullanabilmeleri açısından UCM'lerden daha fazla ORM'lere fayda sağlar (örneğin, LOD2, bkz. Şekil 4). CityGML oldukça geneldir ve yalnızca ORM'lerin ilgisini çeken binalar, ağaçlar, köprüler, tüneller veya hatta park bankları gibi tüm 3B nesneleri içermez, aynı zamanda rölyef, su kütleleri, yollar veya arazi kullanımı gibi temel sınıfları da içerir. Mevcut CityGML modellerinin çoğu, LiDAR ve katastral verilerinin birleştirilmesiyle otomatik olarak oluşturulmuştur. Önemli dönüm noktaları genellikle daha yüksek ayrıntı düzeyinde manuel olarak eklenir. CityGML veri kümelerinin oluşturulması ve iyileştirilmesi birçok belediye için devam eden bir projedir. Örneğin Almanya, 2019 yılına kadar kapsamlı bir LOD2 bina modeli sunmayı ve 2020 yılına kadar bunu köprüler ve tünellerle değiştirmeyi planlıyor. Ayrıntılı CityGML verileri daha sonra rasterleştirilebilir ve ORM modelinin çözünürlüğüne ve gereksinimlerine göre toplanabilir. Metre çözünürlükteki ORM'ler için, dokular hakkındaki bilgiler, örneğin tek cepheler için yapı malzemeleri ve pencere veya bitki örtüsü oranları gibi bilgileri çıkarmak için makine öğrenimi yaklaşımları kullanılarak da çıkarılabilir.

Berlin'in mikro ölçekli bir simülasyonunda 1 m'lik bir ızgara aralığında binaları temsil etmek için CityGML verilerinin işlenmesine bir örnek olarak, Şekil 4 orijinal LOD2 CityGML'yi gösterirken, Şekil 5 Almanya, Berlin'deki Reichstag binasının voxellenmiş bina konfigürasyonunu göstermektedir.

Almanya'daki belediyeler ve/veya federal eyaletler, yüksek çözünürlüklü 3 boyutlu şehir modellerini oluşturmak için genellikle lazer taramalı veri toplama siparişi veriyorlar. Bu veri setleri her 5 yılda bir güncellenmektedir. Veri toplama, coğrafi referanslama ve ileri işleme sonrasında ilk işleme adımının ürünü olan 3 boyutlu nokta bulutu elde edilir. Binalar veya bitki örtüsü gibi farklı nesne türlerine göre daha sonraki kategorilendirme, ya zaten veri sağlayıcısı tarafından yapılmıştır ya da son kullanıcı tarafından yapılması gerekir. Böyle bir kategorizasyon eksikse, farklı nesne tiplerini elde etmek için yaygın bir yöntem, yükseklik bilgisinin arazi örtüsü verileriyle (örneğin, bina ayak izleri) kesişimi veya nokta bulutunu kategorize etmek için tüm alanı geçiren ve geçirgen olmayan alanlara ayıran sınıflandırılmış Normalleştirilmiş Fark Bitki Örtüsü İndeksi (NDVI) katmanıdır. İlgili ORM için gerekli girdi veri yapılarını elde etmek için daha fazla sınıflandırma adımı gerekebilir.



Şekil 4: Alman Reichstag Binası, Berlin'in orijinal LOD2 3D CityGML gösterimi.



Şekil 5: Almanya, Berlin'deki Reichstag binasının 1 m'lik bir grid aralığında işlenmiş ve rasterleştirilmiş CityGML gösteriminin 3B görselleştirilmesi.

Ulusal düzeyde 3 boyutlu veri ürünlerinin tasarımı birkaç yıldır düşünülüyor (Stoter ve diğerleri, 2015). Fotogrametri teknolojileri ile yükseklik modelleri oluşturmak için farklı açılardan optik görüntüler kullanılmaktadır. Bu teknik, aynı uçuştan alınan birkaç görüntü kullanılarak havadan görüntülemeye uygulanabilir, ancak İHA'lar veya sokak görüntüleri ile de geliştirilebilir. LiDAR şunları sunar:

daha yüksek geometrik doğruluk ancak daha küçük kapsama alanı. Bazı ülkelerde ülke çapında LiDAR ürünleri mevcuttur (örneğin ABD'de, Ching vd., 2009). Bazı alanlar için, yükseklik niteliklerine dayalı olarak mevcut topografik veritabanlarından otomatik olarak basitleştirilmiş 3B veritabanları oluşturulabilir. Örneğin, Brasebin ve ark. (2012), toplu sonuçlara ihtiyaç duyulduğunda INSPIRE'ı uygulayan Fransız ulusal topografik ürününün gökyüzü görüş faktörünü analiz etmek için kullanılabileceğini göstermiştir. Binalar oluk seviyesinden yakalanmış olup, binanın yüksekliği hakkında metrik bilgi içermektedir.

3.3.4 Kitle kaynak kullanımı veya derin öğrenme yöntemleri

Bina yüksekliklerine ilişkin veriler ayrıca OSM aracılığıyla doğrudan (Over vd., 2010; Fan ve Zipf, 2016) kitle kaynaklı olarak da elde edilebilir. OSM, 3 boyutlu bina modelleri için kabul edilmiş bir etiket kümesine sahiptir; bunlar arasında binanın metre cinsinden yüksekliği için 'yükseklik' ve kat sayısı için 'katlar' yer alır. Bu bilgiler OSM'deki bina ayak izlerine sıklıkla eklenmesine de, OSM Wiki aracılığıyla görselleştirilebilen bu bilgilere sahip bazı demo şehirler bulunmaktadır. Ancak bina yüksekliği genellikle eksiktir (Lao vd., 2018). Dünya genelinde binaların yüzde 3'ünden azının yükseklik değerine, yüzde 4'ünden azının ise kat değerine sahip olduğu bildiriliyor. Paris kenti için ise bu değerler sırasıyla %0,1 ve %51,2'dir.

Google Street View, Mapillary veya Flickr gibi coğrafi etiketli diğer fotoğraf depolarından alınan fotoğraflardan, kitle kaynak kullanımıyla bina yüksekliğini veya kat sayısını manuel olarak çıkarmak mümkün olabilir. Bu, bu veri toplama için özel bir uygulama oluşturmayı gerektirecektir ancak kentsel iklim modelleme amaçları için yeterli olacak şekilde bir şehir genelindeki bina yüksekliklerine ilişkin bir örneklem sağlayabilir. Benzer şekilde bu tip verileri sahadan toplayacak bir uygulama da yapılabilir.

Biljecki ve ark. (2017), yapı kadastrolarından alınan parametrelere, OSM'den alınan bina geometrisine ve nüfus sayımından alınan bilgilere dayanarak bina yüksekliğini tahmin etmek için bir model geliştirdi. Farklı parametrelerin kombinasyonu incelendiğinde, öngörülen bina yüksekliğinin ortalama mutlak hatasının 0,8 ile 3,1 m arasında değiştiği görüldü. Derin öğrenme ile fotoğraf veya görüntü analizi yapılarak bazı morfolojik parametrelerin çıkarılması da geliştirilmektedir. Örneğin, Liang ve ark. (2017), Gong vd. (2018) ve Middel vd. (2018, 2019), gökyüzü görünümü faktörünü haritalamak için Google Sokak Görünümü fotoğraflarının analiz edilmesinin mümkün olduğunu göstermiştir. Zhang ve ark. (2019), şehirlerdeki binaların 3 boyutlu modelini üretmek için segmentli uydu görüntüleri, OSM sokak bilgileri, nüfus yoğunluğu ve arazi yüksekliği gibi verileri kullanan sinir ağlarını kullanan bir prosedürel model geliştirdi.

4) Mimari parametreler

4.1 Parametrelerin tanımı ve bunların önemi

Mimari parametreler, binaların inşa edilme biçimini tanımlar. Yapı malzemelerinin ve yapının seçimi ısı iletimini değiştirirken, çatı örtüsü ve duvarlar atmosferle radyasyon alışverişini etkiler. Dolayısıyla UHI'yi güçlü bir şekilde değiştirebilirler. Pek çok adaptasyon stratejisi, bina ölçeğinde gerçekleştiği için uygulanması nispeten kolay olduğundan, bu özelliklerin değiştirilmesine dayanır. Örneğin, güneş enerjisini gökyüzüne yansıtan beyaz çatılar veya duvarlar (inceleme için Santamouris, 2014'e bakınız). Akdeniz çevresindeki pek çok geleneksel köy bu şekilde inşa edilmiştir. Bir diğer husus ise, varsa duvar izolasyonu ile ilgilidir; Yalıtımın içeride veya dışarıda olmasına bağlı olarak, gün boyunca bina yapısında depolanan toplam enerji farklı olacaktır ve dolayısıyla UHI de farklı olacaktır. Mimari parametreler inşa ediliyor

3https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Basit_3D_binalar

tüm duvarların veya her bir duvar katmanının (örneğin, yapısal malzeme katmanı ve iç veya dış yalıtım katmanı için) ve çatıların malzemeleri, derinliği, ısı iletkenliği ve ısı kapasitesi (veya ısı yayılımı). Örneğin BEP (Bina Enerji Performansı) ve TEB (Şehir Enerji Dengesi) modelleri için olduğu gibi, UCM'de bir Bina Enerji Modülü (BEM, örn. Salamanca vd., 2009; Pigeon vd., 2014) yer alıyorsa, ara katların bir açıklaması gereklidir. Pencere varlığı da önemlidir, çünkü binaların iç enerji dengesini ve buna bağlı olarak evsel ısıtma veya iklimlendirmeden kaynaklanan antropojenik ısı emisyonlarını değiştirir. Ayrıca pencerelerin ısı ve radyasyon özellikleri duvarlardan farklıdır. Özellikle, pencerelerin yüzey elemanı başına (veya metrekare başına) hem konum hem de pencere kesri bilgisi, pencerelerin mekansal değişimlerinin açıkça temsil edilebildiği mikro ölçekli simülasyonlar için önemli hale gelmektedir (Resler vd., 2017). Ayrıca yeşil çatılar ve cepheler şehirlerin soğutulması için bilinen bir stratejidir ve bu nedenle modelleme çalışmalarında dikkate alınmalıdır. Bu sadece kentsel ölçekte değil, aynı zamanda mikro ölçekte de önemlidir, çünkü yeşil unsurlar özellikle bulundukları yerin çevresinde termodinamik koşulları değiştirmektedir.

Özetlemek gerekirse en önemli parametreler şunlardır:

- duvar ve çatıların albedo ve emisivitesi;
- Çatı ve duvarları oluşturan malzeme katmanlarının ısı özellikleri (ısı iletkenliği ve ısı kapasitesi) ve kalınlıkları;
- dış cephelerdeki pencere oranı;
- pencerelerin ısı özellikleri;
- pencerelerde barınakların varlığı

4.2 Kapsamlı mimari veri tabanlarının geliştirilmesi

Hiçbir büyük kentte, binanın ölçeğinde yapı mimarisi uygulamaları veya yapı malzemesi özellikleri hakkında kapsamlı bir veri tabanı bulunmamaktadır. Bina Bilgi Modellemesi (BIM) kullanımının artmasına rağmen, bu tür bilgiler en iyi ihtimalle bir şehirdeki binaların çok küçük bir kısmıyla sınırlıdır ve bunlar da çoğunlukla yakın zamanda inşa edilmiş büyük binalardır. Kent ölçeğinde mimari yapılarla ilişkin mekânsal verinin eksikliği nedeniyle bu parametreler nasıl tanımlanabilir? Asıl sorun, tüm bu parametrelerin yapıların inşasında kullanılan malzemelere bağlı olması ve bunun da zaman ve mekana göre önemli ölçüde değişiklik göstermesidir. Bu mimari özellikler hakkında genel bir bilgi neredeyse yok, özellikle de küresel olarak. Yerel ölçekte bile yapı malzemeleri hakkında veri toplamanın tek kapsamlı yolu, hiper-spektral uzaktan algılama kullanılarak çatı malzemesinin tanımlanmasıyla sınırlıdır (Heiden ve diğerleri, 2007). Mimarlık bilgisi çoğunlukla bina ölçeğinde mevcuttur, ancak kapsamlı değildir. Bu kadar az bilginin nasıl ölçeklendirileceği sorunu ortaya çıkıyor. Vaka çalışmaları kapsamında duvar albedosu ve emisivite gibi yüzey parametrelerini ve pencere fraksiyonlarını manuel gözlemlerle türetmek için bazı girişimlerde bulunulmuştur (Resler vd., 2017).

UCM ve ORM'lerin ihtiyaç duyduğu mimari parametrelerin veri tabanları mevcut olmadığından, yaklaşık bir yaklaşım, yani kapsamlı mimari veri tabanlarının geliştirilmesi mümkündür. Amaç, çeşitli yapı arketiplerinin tipik mimari özelliklerini tanımlamaktır. Örneğin, ana yapısal duvarın malzemesi belgelenir. Bu bilgilerin modellere bağlanması için bu malzemelerin termal özellikleri kaydedilir. Bu parametreler henüz yalnızca eğitimli bir tahmini temsil etse de, binanın mimari özelliklerindeki değişkenliğin hesaba katılmasına olanak tanır. Jackson ve ark. (2010), dünyada 33 bölgede (sosyoekonomi, mimari uygulamalar ve iklimle göre tanımlanan) 4 bina tipi için binaların termal ve radyasyon özelliklerini tanımlamıştır. Tornay ve ark. (2017), bir mimarın uzmanlığından yararlanılarak

Bu yaklaşımla, Fransa'nın 95 idari bölgesinin her birinde bina arketipleri tanımlandı. Bu, Fransa'daki farklı şehirler arasındaki mekânsal değişkenliğin tanımlanmasına olanak sağladı, ancak her şehrin kendi içinde bu mümkün olmadı. Bu tür bina mimari veri tabanları uzmanlık veya kitle kaynak kullanımıyla tamamlanabilir. Kalıcı sorunlardan biri de, binaların durumunda meydana gelen değişikliklerin (örneğin, yeniden inşa çalışmaları sırasında yalıtımın iyileştirilmesi nedeniyle) izlenmesi için genellikle bir kadastronun bulunmamasıdır. Dolayısıyla gerçek bina özelliklerinin inşaat aşamasındaki özelliklerden çok farklı olması muhtemeldir.

Ancak mimari veritabanı, bina ölçeğindeki unsurları tanımlayacaktır (ancak mekansal bilgi olmadan, çünkü bunlar yalnızca arketiplere atıfta bulunmaktadır). Dolayısıyla böylesine kapsamlı bir mimari veri tabanı oluşturulduktan sonra ikinci adımda, veri tabanında belgelenen yapı arketipleri ile kentteki yapılar arasında bir bağ kurulması gerekmektedir. Bu, yapıların özelliklerinin sahada gözlenmesiyle gerçekleştirilebilir. Binanın nasıl inşa edildiğiyle ilgili dört önemli bina parametresi şunlardır:

- binanın inşa süresi;
- binanın kullanımı (yani konut, ticari, ofis);
- bina türü (yani, ev, orta yükseklikte bina, yüksek katlı bina, endüstriyel bina); Ve
- coğrafi alan (bu mahalle, şehir, bölge veya ülke ölçeğinde olabilir), ancak iklim tipiyle de ilgili olabilir.

Bu bilgiyi haritalamak mümkündür. Örneğin, bina tipi doğrudan LCZ'ye bağlanabilir (bkz. bölüm 2). Binanın kullanım amacı ve inşa dönemi sosyo-ekonomik veri tabanlarından ve nüfus sayımından elde edilebilir (bkz. bölüm 5). Şimdi mimari bilginin nasıl toplanacağına odaklanıyoruz.

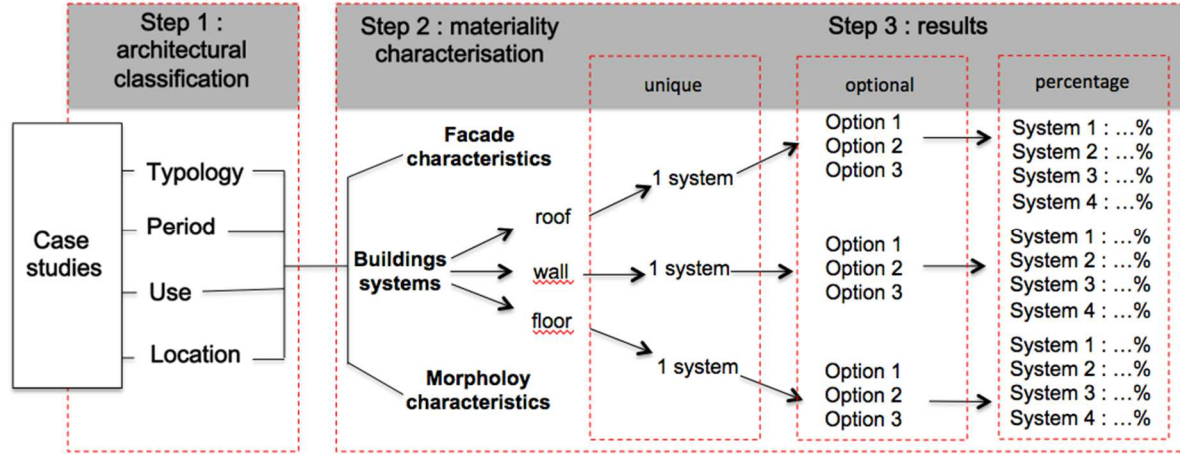
4.3 Mimari bilgi toplama metodolojileri

4.3.1 Temsili arketiplerin tanımlanması

Kentsel tipoloji, yapı kullanımı, yapım dönemi ve konum olmak üzere dört girdi dikkate alındığında, uzman bir yaklaşımla yapı malzemeleriyle birlikte temsili yapı arketiplerini tanımlamak mümkündür. 1990'dan bu yana bölgesel ve ulusal ölçekte temsili binaların belirlenmesine yönelik uzman yaklaşımları geliştiren araştırma projeleri yürütülmektedir. İlk adım, inşa özelliklerini belirlemek için temsili binaları belirlemektir. Bu tür çalışmalar Almanya'da Alman yapı stoku (Ebel vd., 1990), Kanada'da Kanada Ulusal Araştırma Konseyi İnşaat Araştırmaları Enstitüsü (Jackson vd., 2010) ve Fransa'da mevcut konut gayrimenkullerinin detaylı analizi (RAGE, 2012) ile gerçekleştirilmiştir. Daha yakın zamanda, daha büyük ölçekli girişimler üstlenildi; örneğin, 20 Avrupa ülkesindeki konut yapı stokunu temsil eden ulusal bina tipolojilerinin bir kataloğunu geliştiren "Tabula" projesi (Loga vd., 2016). Bu çalışmalar sadece konut amaçlı bina kullanımını ele almaktadır; Ancak önerilen metodoloji tüm yapı kullanımlarına ve daha geniş bir coğrafi ölçeğe uygulanabilir.

Kapsamlı mimari veri tabanının oluşturulması, yapı arketipleri için kullanılan yapı malzemelerinin tanımlanmasından oluşmaktadır. Tornay ve ark. tarafından Fransa'daki inşaat uygulamalarına ilişkin bir literatür taraması. (2017), kentsel tipoloji, yapı kullanımı, inşaat dönemi ve coğrafi konum gibi unsurların bir kombinasyonu için birden fazla inşaat sisteminin bir arada bulunabileceğini ortaya koymuştur. Sonuç olarak, Fransız yapı arketipleri veri tabanı duvar, çatı ve taban inşaatı için üç seçenek sunmaktadır.

Bu uzman yaklaşımları, kapsamlı bir bilgi toplamayı (Şekil 6), referans oluşturma veri tabanları oluşturmayı (adım 1) ve malzemelerini karakterize etmeyi (adım 2) gerektirir. Kullanılabilir ve gerçekçi sonuçlar çıkarmak için (3. adım), bunlar genelleştirilebilir olması amacıyla genişletilmiş literatür taraması ve istatistiksel verilerle çapraz kontrol edilebilir. Mevcut veri tabanları şu anda hala heterojendir ve daha da geliştirilmesi gereken temel etken binaların (sadece konut binaları değil) farklı kullanım alanlarıdır.



Şekil 6. Mimari parametreleri tanımlamak için uzman metodolojisine genel bakış

Tipik Avrupa veya Kuzey Amerika yerleşimlerinden belirgin biçimde farklı olan kompakt, yüksek katlı kentsel ortamıyla bilinen Hong Kong, burada anlatılan yaklaşım için örnek bir test alanı sunuyor. Hong Kong'un heterojen kentsel morfolojisini ayrıntılarıyla açıklayan veri tabanları mevcut olmasına rağmen, bunlar yapı mimarisi parametrelerini karakterize etmek için yeterli değildir. Hong Kong'daki kentsel gelişim tarihi ve yapı yönetmeliklerinin incelenmesi (Shelton vd., 2011; Wong, 2014), uygulayıcılarla yapılan görüşmeler ve saha araştırmaları yoluyla, yapı özelliklerinde birkaç benzersiz özellik belirlenmiştir. Öncelikle, farklı tip, kullanım ve yaştaki binalarda, inşaat malzemelerinde küçük farklılıklar bulunmaktadır. Genellikle prefabrik bileşen blokları biçiminde olan betonarme, tüm bina tipleri için baskın yapısal malzemedir. Perde duvarlı yüksek ticari gökdelenler bunun dikkate değer bir istisnasıdır. Hong Kong'un subtropikal iklimi nedeniyle duvar izolasyonu çok fazla önem arz etmiyor. İkinci olarak, Tornay ve ark. tarafından tanımlanan bina tiplerinin yelpazesi. (2017) ve LCZ'ler Hong Kong'da yaygın olan hantal bina yapılarını yeterince temsil edemiyor. Bunlara örnek olarak, sınırlı arazi kaynaklarının en iyi şekilde kullanılmasını sağlamak amacıyla inşa edilen devasa orta yükseklikteki alışveriş kompleksleri ve çok sayıda yüksek kulenin tabanında birbirine bağlı podyumlar gösterilebilir. Ancak bu geniş orta yükseklikteki binaları, müstakil orta yükseklikteki binalar olarak değerlendirmek (inşaat malzemeleri açısından) kabul edilebilir bir yaklaşım gibi görünüyor ve LCZ bina tanımıyla uyuyor. Üçüncüsü, konut binalarında ilginç bir örüntü gözleniyor. 1960'larda yüksek katlı özel konut sitelerinin ortaya çıkmasından önce, insanlar Tong Lau veya apartman evlerinden oluşan tek tip sıralarda yaşıyorlardı. Daha sonra özel konut binaları yıllar içinde yükseklik, podyum ölçeği ve pencere tasarımları açısından evrim geçirdi (Şekil 7). Kamuya ait kiralık konut alanlarının mimari özellikleri, blok tipleri farklı olmasına rağmen, 1950'li yıllarda ortaya çıktıkları günden bu yana büyük ölçüde aynı kalmıştır.



Şekil 7: Hong Kong'daki kamusal ve özel konut binalarının zamansal evrimi.

4.3.2 Uzaktan algılama ve görüntü işleme

Aynı nokta için birden fazla perspektif mevcut olması koşuluyla, mevcut görüntüler kullanılarak, açık kaynak kodlu Micmac yazılımı gibi fotogrametri yazılımlarıyla bina tipi değerlendirilebilir. Cephelerdeki pencerelerin tespiti sokak seviyesindeki fotoğraflar kullanılarak araştırılmıştır (Burochin vd., 2009, 2010). Hava fotoğraflarından cephe karakterizasyonu da dikkate alınmıştır (Burochin ve diğerleri, 2014).

Yapının inşa süresi, son zamanlarda birçok ülkede coğrafi kurumlar tarafından çekilen arşivsel fotogrametrik hava fotoğraflarının sayısallaştırılmasından da türetilir; bu, çoğunlukla en az 5 yılda bir gerçekleşir ve 20. yüzyılın ortalarından bu yana gerçekleşmektedir (Giordano vd., 2017). Görüntü işleme teknolojileri ve hava veya kara görüntüleri temel alınarak bina kullanım değerlendirmesi ve daha genel olarak arazi kullanım değerlendirmesi, sıcak bir araştırma konusudur (Li vd., 2017). Örneğin, çıkarılan özelliklerin mekansal düzeni ve kompozisyonu analiz edilerek bina kullanımı ve arazi kullanımı verileri elde edilmiştir.

4.3.3 Kitle Kaynak Kullanımı

Bir binanın tanımı, morfolojik veya arazi örtüsü parametrelerinin aksine, insanlar tarafından kolayca anlaşılabilir. Bunun nedeni, ölçeğin iyi tanımlanmış olması (arazi örtüsü unsurlarının mekansal ölçeği daha büyük ve yalnızca yukarıdan doğrudan görülebiliyorken) ve tematik olarak kapsamlı olmasıdır (λ gibi çoğu morfolojik göstergenin aksine), λ_w , pürüzlülük uzunluğu vb.). Bu durum, kitle kaynak kullanımını bu tür mimari bilgileri toplamak için uygun bir yöntem haline getirir. WUDAPT girişimi (Ching vd., 2019) kapsamında, 1) bina kullanımını toplamak için bir akıllı telefon uygulaması geliştirilmiştir; 2) yapı yaşı; 3) yapı malzemesi; 4) Binaların boyalı olup olmadığı (ve eğer boyalıysa rengi); 5) pencere-duvar oranı kapsamı; 6) Isıtma veya iklimlendirme sistemlerinin varlığı ve konumu; 7) Çatı kaplama malzemeleri; ve 8) kat sayısı. İkincisi, bina yüksekliğinin (ve dolayısıyla bina tipinin) bir göstergesidir. Mhedhbi ve diğerleri. (2019) bu anketi sosyal medya (Facebook) üzerinden erişilebilen bir Google formuna uyarladı ve Tunus şehrindeki 100'den fazla binaya ait bilgileri topladı. Örneğin, LCZ 3'teki evlerin yarısı ve LCZ 6'daki düşük tarihi çekirdek binaların yarısı şu şekilde tanımlanmaktadır:

'Birkaç pencere' olduğu belirtilirken, diğer yarısının 'düzenli aralıklarla yerleştirilmiş birçok pencere' ve 'cam pencere' içerdiği belirtilirken, daha modern, orta yükseklikteki binaların çoğunlukla 'düzenli aralıklarla yerleştirilmiş birçok pencere'ye sahip olduğu bildirildi. Örneklemdeki binalar şehrin çeşitli bölgelerine ve çeşitli LCZ'lere yayılmış olduğundan, şehrin çeşitli mahallelerindeki tipik binaları tanımlamak için değerli bilgiler sağlar.

Bina yaşının kitle kaynak kullanımıyla belirlenmesi zor olabilir, yani farklı yaş kategorileriyle ilişkili özellikleri belirlemek için kitlenin belirli bir uzman bilgisine veya eğitimine ihtiyaç vardır; bu özellikler ülkeden ülkeye de değişebilir. Yükseklikte olduğu gibi, bina yaşı da daha önce anlatılanlara benzer bir kitle kaynak uygulaması kullanılarak toplanabilir. Alternatif bir yaklaşım, bir bina yaşı verisi örneği mevcutsa bina yaşını tahmin eden bir model oluşturmaktır. Örneğin, Rosser ve ark. (2019) bina ayak izinin alanı, çevresi, bloktaki bina sayısı vb. gibi parametreleri kullanarak bina yaşının tahmini bir modelini oluşturdu. Farklı yöntemlerden elde edilen sonuçları bir araya getirerek ve verileri filtrelemek için bazı basit kurallar kullanarak elde edilen genel doğruluk %77 oldu. Benzer bir yaklaşım, Rotterdam'daki bina yaşını tahmin etmek için rastgele bir orman regresyon modeli uygulayan Biljecki ve Sindram (2017) tarafından da üstlenildi. Elde edilen sonuçlar, modelin bir binanın kesin yaşını tahmin etmede sınırlı olduğunu, ancak yaklaşık inşaat süresini tahmin etmede kullanılabileceğini göstermiştir. Kentsel iklim modellemesi amacıyla yaş kategorisinin tahmini yeterli olacaktır.

5) Sosyo-ekonomik veriler ve bina kullanımı

5.1 Parametrelerin tanımı ve bunların önemi

Kentlerdeki insan faaliyetleri atmosfere doğrudan ısı ve su buharı salınımına neden olur. Evsel ısıtma, ısıyı doğrudan bacalar ve binaların içine verir (ancak daha sonra ısı iletimi, hava sızıntıları veya havalandırma yoluyla atmosfere aktarılır). Klima içerideki ısıyı alıp dışarıya verir. Arabalardan kaynaklanan yanma ısısı genellikle binalardan kaynaklanan ısıdan daha azdır, ancak büyük yolların yakın çevresinde önemli olabilir (Pigeon vd., 2007). ABD şehirleri için Sailor ve ark. (2015) bina ısıtmasının önemli bir rol oynamadığı yaz aylarında araçlardan kaynaklanan yanma ısısının antropojenik ısı akışının %40'ını oluşturduğunu bildirmektedir. Ağır sanayi ve enerji santralleri de önemli miktarda ısı açığa çıkarır. Bütün bu akışlara antropojenik akışlar denir.

Trafik ve endüstriyel faaliyetlerden kaynaklanan antropojenik ısı akışlarının, gerçek emisyonların yalnızca ilk tahminlerini sağlayabilmesine rağmen, genellikle emisyon envanterleri aracılığıyla belirlenmesi gerekir. Trafik ayrıca yol sıcaklığını (arabanın hareketi sırasında lastiklerin yolla pnömatik teması nedeniyle) ve radyatif değişimleri (arabanın varlığı nedeniyle) veya araçların ürettiği hava türbülansını da etkileyebilir (Kastner-Klein ve diğerleri, 2001). Bu tür süreçler UCM'lere parametrelendirilebilir (Khalifa vd. 2016) veya mikro ölçekli modellerde incelenebilir. Trafik yoğunluğu veya ortalama araç hızı gibi trafikle ilgili özel bilgilere ihtiyaçları var.

Kentsel gölgelik modelinde BEM uygulanmıyorsa, bina ile ilgili antropojenik akışların belirtilmesi gerekir. BEM kullanıldığında, bina enerji tüketiminden kaynaklanan antropojenik ısı akıları, hakim meteorolojik koşulların bir fonksiyonu olarak hesaplanabilir. Bunun için binaların nasıl (ve nihayetinde kim tarafından) kullanıldığı ve iskan edildiği bilgisinin bilinmesi gerekir (Schoetter vd., 2017). Önemli parametreler şunlardır:

- Nüfus yoğunluğu;
- Binadaki her bir kullanımın kesri (örneğin, zemin katta ticari kullanım ve ardından üst katta ofis ve konut daireleri gibi karmaşık yapıları tanımlamak için);

- Gündüz/gece/tatil dönemlerinde bina doluluk oranlarının takibi;
- Elektrikli aletler, yemek pişirme vb.'den metrekare başına ne kadar enerji geldiğini açıklayan iç ısı salınımı;
- Eysel ısıtma türü;
- Eysel ısıtma hedef sıcaklıkları (gündüz/gece); Ve
- Klima kullanımı ve mümkünse hedef sıcaklıklar (gündüz/gece).

5.2 Kullanımları, sosyo-ekonomik ve antropojenik ısı parametrelerini toplama metodolojileri

5.2.1 Stoklardan

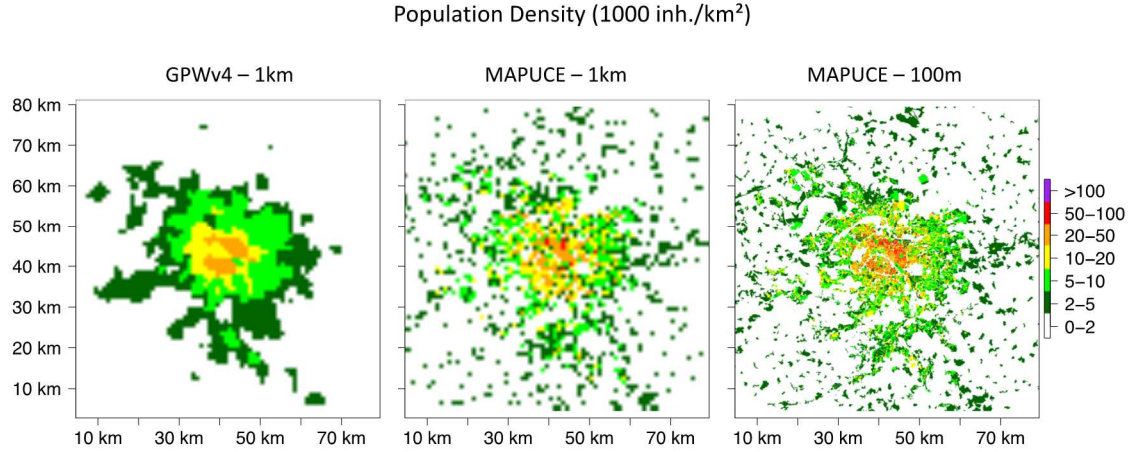
Antropojenik ısı akışı esas olarak trafik, endüstriyel faaliyetler, inşaat sektörü, insan ve hayvan metabolizmasından kaynaklanmaktadır. Üç strateji kullanılarak ölçülebilir (Sailor, 2011): kentsel yüzey enerji dengesinin gözlemlenmesi; envanterler (yukarıdan aşağıya yaklaşım); ve bina enerji tüketimi modellemesi (aşağıdan yukarıya yaklaşım).

Gözlem tabanlı yöntem yalnızca kentsel yüzey enerji dengesi gözlemlerinin mevcut olduğu yerlerde kullanılabilir (örneğin Toulouse için Pigeon vd., 2007). Bu yöntemde de gözlem hatalarından dolayı belirsizlikler söz konusudur, zira antropojenik ısı akısı diğer tüm akıların kalıntısı olarak belirlenmektedir.

Yukarıdan aşağıya envanter yöntemi, büyük ölçekli enerji tüketim verilerinin uzay ve zamana göre parçalanmasıyla oluşur. Küresel antropojenik ısı akışı veri tabanlarının oluşturulmasında son teknolojidir. Ülke bazında birincil enerji tüketimine ilişkin veriler ABD Enerji Bilgi İdaresi'nden alınabilir. Flanner (2009) ve Allen ve diğerleri. (2011) bu verileri ağırlık olarak nüfus yoğunluğu verilerini kullanarak mekânsal olarak parçaladı.

Ancak nüfus yoğunluğunu elde etmek kolay değildir. Örneğin, Şekil 8'de, Paris Metropol Bölgesi'ndeki 2010 yılı için konut nüfus yoğunluğuna ilişkin iki veri setini karşılaştırıyoruz. Dünya Nüfusunun Gridlenmiş Hali Versiyon 4 (GPWv4; CIESIN, 2017), idari alanlara göre nüfus tablolarını, idari sınırlar ve arazi örtüsü (örneğin su kütleleri) hakkındaki coğrafi olarak referanslanmış verilerle birleştirir. Mekansal çözünürlük 30" (~1 km)'dir. Konut nüfusuna ilişkin bir diğer tahmin ise Fransız araştırma projesi MAPUCE sırasında yapılmıştır. Fransız Ekonomi ve İstatistik Enstitüsü tarafından derlenen ızgaralı nüfus yoğunluğuna (200 m çözünürlük) dayanmaktadır⁴ (INSEE). Nüfus, toplam konut taban alanı mekânsal ağırlık olarak kullanılarak mekânda parçalanmıştır. Konut taban alanı, idari verilerden elde edilen ve Bocher ve diğerleri tarafından işlenen binanın geometrik özellikleri (örneğin, ayak izi, yükseklik) ve kullanımı kullanılarak belirlenir. (2018). GPWv4, Paris Metropol Bölgesi'ndeki nüfus yoğunluğu modelini iyi bir şekilde yansıtmaktadır. Ancak, hassas yapı veritabanını kullanan MAPUCE veri kümesiyle karşılaştırıldığında kilometre ölçeğinde keskin heterojenlikleri kaçırıyor. Bu nedenle, küresel erişilebilirlik avantajına sahip olan GPWv4 popülasyon yoğunluğunun etkin çözünürlüğünün Paris Metropol Bölgesi için gerçekte 1 km²'den daha kaba olduğu sonucuna varıyoruz.

⁴<https://www.data.gouv.fr/fr/datasets/donnees-carroyees-a-200-m-sur-la-population/>



Şekil 8: Paris'in (Fransa) kümelenmesi için, 2010 yılındaki konut nüfus yoğunluğunun (solda) 1 km çözünürlükteki Dünya Versiyon 4 (GPWv4) ile (ortada ve sağda) 1 km ve 100 m çözünürlükteki Fransız MAPUCE projesi arasındaki karşılaştırma.

Dong ve ark. (2017) nüfus yoğunluğunun yanı sıra Uluslararası Enerji Ajansı Enerji Dengeleri'nde yer alan sektöre özgü enerji tüketimini de dikkate alarak yukarıdan aşağıya metodolojiyi geliştirdi. Sadece ticari, konut ve ulaştırma sektörlerinde tüketilen nihai enerjiyi nüfus yoğunluğuna bağlı olarak ayrıştırdılar. Tarım ve sanayinin tükettiği nihai enerji, nüfusun yoğun olduğu bölgelere eşit olarak dağılmış, birincil ve nihai enerji tüketimi arasındaki fark ise ülke genelinde eşit olarak dağılmıştır. Birincil enerji tüketiminin daha hassas bir mekansal dağılımı için enerji santrallerinin, elektrik şebeke hatlarının, tarımsal ve endüstriyel tesislerin tam yerlerinin bilinmesi gerekecektir. Zaman içindeki dağılım genellikle enerji tüketim çizelgelerinin (yılın günü, haftanın günü, günün saati) belirlenmesiyle yapılır. Allen ve ark. (2011) Lonely Planet ve Dünya Seyahat Rehberi'nden normal iş saatleri, hafta sonu günleri ve belirli resmi tatillere ilişkin bilgi aldı. Ayrıca, bina enerji tüketiminin günlük döngüsünün, envanterden alınan hafta sonu trafiğindeki tüketim döngüsüyle aynı olduğu varsayılmıştır. Dong ve ark. (2017) Tokyo'dan elde edilen günlük bir bina enerji tüketim döngüsünü dünyadaki tüm şehirlere uyguladı. Allen ve ark. (2011) ve Dong ve diğerleri. (2017) ısıtma ve iklimlendirme nedeniyle bina enerji tüketiminin hakim hava sıcaklığına bağlı olduğunu varsayılmıştır. Allen ve arkadaşları tarafından metabolik ısıya bağlı antropojenik ısı akışı tanımlanmıştır. (2011) ve Dong ve diğerleri. (2017) Nüfus yoğunluğunun bir fonksiyonu olarak, insanların günlük aktivite döngüsü dikkate alınarak. Nüfus yoğunluğunun zamansal değişkenliği hesaba katılmazsa belirsizlikler ortaya çıkar.

Aşağıdan yukarıya yöntem, bina enerji tüketiminin bina tipi, kullanımı ve hakim meteorolojik koşullara bağlı olarak simüle edilmesinden oluşur. Heiple ve Sailor (2008), ABD'deki prototip binaların enerji bütçesini simüle ettiler ve sonuçları bunların mekânsal oluşum sıklıklarına göre ağırlıklandırıdılar. Aşağıdan yukarıya doğru uygulanan yöntemin, yukarıdan aşağıya uygulanan yöntemle kıyasla bina enerji tüketiminde daha büyük mekansal ve zamansal değişkenliğe yol açtığını buldular. Bunun başlıca nedeni, aşağıdan yukarıya yöntemin, meteorolojik koşulların zamansal değişkenliği, insan davranışı ve yapı türü ve kullanımının mekansal değişkenliğini dikkate almaya olanak vermesidir. Prototip binaların simülasyonuna alternatif olarak, bina enerji tüketimi, kentsel gölgelik modelinde uygulanan bir bina enerji modülünden elde edilebilir. Hem bina ölçeğinde hem de ilçe ölçeğinde aşağıdan yukarıya yaklaşımlar, bina kullanımı, işgali, ısıtma ve iklimlendirme uygulamaları ve iç yükler hakkında ayrıntılı bilgiye dayanır. Bilgimize göre, bu tür parametreleri doğrudan sağlayabilecek küresel ölçekte bir veri seti bulunmamaktadır. Bunun yerine, kentsel iklim modelleyicileri bu parametreleri belirtir

Uzmanlık veya ulusal veri kümelerine dayalı olarak belirli bir şehir/ülke için. Kikegawa ve diğerleri. (2003) Tokyo'daki merkezi bir iş bölgesini simüle etti ve Tokyo'daki tipik ofis binaları için uzmanlıklarına dayanarak ilgili parametreleri (özellikle klima için tasarım sıcaklığını) başlattı. Oleson ve ark. (2008) Meksika Şehri ve Vancouver için sırasıyla 18°C ve 24°C'lik bir ısıtma ve klima tasarım sıcaklığı varsaymıştır. Salamanca ve Martilli (2009), İsviçre'nin Basel kentindeki BUBBLE gözlem kampanyası için simülasyonlar gerçekleştirdiler. İç mekan hava sıcaklık sensörlerinden klima için iç mekan tasarım sıcaklığına ilişkin bilgi elde ettiler ve nüfus yoğunluğu ile envanterleri kullanarak metabolizma ve elektrikli cihazlardan kaynaklanan iç yükü tahmin ettiler. Schoetter ve diğerleri. (2017) Fransız şehirlerindeki kesirli bina kullanımını idari veri setleri ve nüfus sayısı ile toplam kat alanı arasındaki orana dayanarak tahmin etti. Bourgeois ve arkadaşları tarafından geliştirilen anketler ve istatistiksel modellerin bir kombinasyonuna dayanarak ısıtma tasarım sıcaklığı ve iç ısı yayılımı ile ilgili parametreleri başlattılar. (2017). Fransa'nın Toulouse kentinde yapılan bir duyarlılık çalışması, bina enerji tüketiminin mekansal-zamansal değişkenliğinin doğru bir şekilde simüle edilebilmesi için bina kullanım ve davranış çeşitliliğinin dikkate alınmasının çok önemli olduğunu göstermiştir.

5.2.2 Kitle Kaynak Kullanımı

Bina kullanımını kitle kaynak kullanımıyla elde etmek de mümkündür, örneğin OSM'nin kullanıcıların bina işlevini belirtmesi için özel etiketleri vardır. Fonte ve ark. tarafından yapılan bir çalışmada (2018), Milano şehrinin bir bölümü için OSM verileri çıkarıldı. Binalarla ilişkili etiketlerin ve ilgi çekici noktaların analizi sonucunda Milano'daki binaların %80'inden fazlasına bina fonksiyonu atanabildi. Ayrıca analiz, alt katı ticari amaçlı olup üst katında konut bulunan binalar gibi karma işlevli bina tiplerinin belirlenmesine de yardımcı olabilir. Benzer bir çalışma Kunze ve Hecht (2015) tarafından yapılmış olup, özellikle konut binalarında konut dışı kullanım miktarını belirlemek ve konut dışı taban alanını hesaplamak için OSM kullanımına odaklanılmıştır (Kunze ve Hecht, 2015). Bina kullanımını çıkarsamak için diğer kalabalık kaynaklı bilgiler de kullanılabilir. Fonte ve ark. (2018) Facebook ve Foursquare'den alınan kitle kaynaklı veriler, bina kullanımına ilişkin OSM'deki bazı boşlukları doldurmak için daha çok kullanıldı. Sadece Foursquare'i kullanan Spyrtos ve ark. (2017) Amsterdam'daki binaları kullanım türlerine göre sınıflandırdı. En iyi sonuçlar oteller, restoranlar, kafeler ve perakende işletmeleri için elde edilirken, endüstriyel kullanımların belirlenmesi için bu yaklaşım daha az uygundur.

Son olarak, yukarıda belirtildiği gibi, bir mobil uygulama kullanılarak fotoğraflardan veya sahadaki gönüllüler tarafından toplanan verilerden yola çıkılarak bina kullanımının kitlesel olarak belirlenmesi için özel bir uygulama oluşturulabilir. IIASA ve IGN Fransa tarafından, özellikle bina kullanımını (ve diğer arazi örtüsünü/arazi kullanım özelliklerini) kitle kaynaklı hale getirmek için geliştirilen PAYSAGES adlı bir uygulama geliştirilmiştir. Bu uygulama, gönüllüleri bir şehirdeki belirli binalara gönderiyor ve onlardan binanın bir fotoğrafıyla birlikte binanın işlevi hakkında bilgi vermelerini istiyor (Olteanu-Raimond ve diğerleri, 2018). Amaç, şu anda bu tür bina kullanım bilgilerini içermeyen IGN bina veritabanını geliştirmektir.

6) Kentsel bitki örtüsü

6.1 Parametrelerin tanımı ve bunların önemi

Kentler, yapay ve doğal yüzeylerin bir araya gelmesiyle oluşan oldukça heterojen ortamlardır. Kentsel doğal yüzeylerin oranı yalnızca bir şehirden diğerine değil (Fuller ve Gaston, 2009; MIT Senseable City Lab, 2018) aynı zamanda şehir içinde de büyük ölçüde değişmektedir (Lu vd., 2017). Ek olarak

Bu mekânsal farklılıklara, bitki örtüsü sistemleri (çimler, yol ağaçları, bahçeler ve kent parkları, yeşil duvarlar ve çatılar vb.) ve kendi vejetatif döngülerine göre zaman içinde fizyolojik özellikleri değişen bitki türleri de eklendiğinde, çok çeşitli bitki türleri ortaya çıkmaktadır.

Kentlerde bulunan çıplak toprak ve bitki örtüsünün çeşitli fiziksel süreçler yoluyla kentsel mikro iklimi etkilediği bilinmektedir: suyun tutulması ve bunun sonucunda çıplak topraktan buharlaşma ve bitkilerden buharlaşma yoluyla havanın soğuması; Kent ağaçlarının kullanımı durumunda kent kanyonlarındaki radyasyon dengesinin ve hava akışının değiştirilmesi; Yeşil zarfla kaplı binaların yaydığı ısı akışının azalması; ve daha büyük ölçekli yapılardan (kent parkları, yeşil alanlar, vb.) gelen taze havanın yatay taşınması. Yüksek bitki örtüsü (yani ağaçlar) de olumsuz etkiye sahip olabilir; çünkü sokak seviyesindeki havalandırmayı azaltabilir ve böylece yüzeye yakın yerlerde kirletici konsantrasyonlarının artmasına yol açabilir (Salmond vd., 2013, Santiago vd. 2017). Bu nedenle, UCM'lerde doğal yüzeylerin ve bunların mekansal ve zamansal heterojenliklerinin dikkate alınması, mikro iklim koşullarının daha gerçekçi bir şekilde simüle edilmesine olanak tanır (Shashua-Bar ve Hoffman, 2000; Grimmond ve diğerleri, 2011). Aslında, son on yılda, giderek daha fazla sayıda model, kentsel bitki örtüsünün varlığıyla ilişkili fiziksel süreçlerin modellenmesini içermektedir. Bu modeller, en azından aşağıdaki parametrelerin bilinmesini gerektiren bitki örtüsü sistemlerinin ayrıntılı bir tanımını gerektirir:

- çıplak toprakla ve farklı bitki katmanlarıyla (otsu, çalı ve ağaç katmanları) kaplı zeminin oranları ile yeşil zarflarla kaplı yapı yüzeyleri (cepheler ve çatılar);
- kentsel topraklar için yapısal katmanların derinlikleri ve dokuları;
- bitki örtüsünün türe bağlı fizyolojik özellikleri, yani yaprak alanı indeksi, stoma direnci, albedo, emisivite, kök derinlikleri ve yoğunlukları; Ve
- Ağaç katmanları, ağaç türü (yaprak döken/her dem yeşil) ve geometrik özellikler, yani ağaç yüksekliği, taç büyüklüğü, şekli ve gövde çapı için.

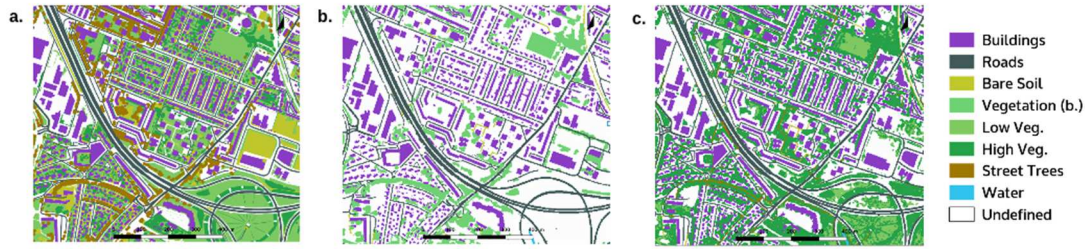
Ancak, hesaba katılan fiziksel süreçlerin ayrıntı düzeyi ve dolayısıyla gerekli tanımlayıcı parametreler, modellere bağlı olarak değişecektir. Örneğin mikro ölçekli ORM'ler için ağaçlar genellikle üç boyutlu yaprak (veya bitki) alan yoğunluğu alanları aracılığıyla tanımlanır.

6.2 Mezokalada bitki örtüsü parametrelerini toplama metodolojileri

Günümüzde kentsel bitki örtüsünü kapsam ve özellikler açısından tanımlayacak küresel bir veri bulunmamaktadır. En iyi ihtimalle, yerel idari veri tabanları veya açık veriler aracılığıyla, bitki örtülü yüzeyler için arazi kullanım haritaları oluşturmak mümkündür; bu haritalar genellikle eksik bir kapsama sahiptir ve tabaka ayrımı yapılmaz (bazen sokak ağaçları listelense bile). Ayrıca bitki örtüsü türlerine özgü geometrik ve fizyolojik parametreler bilinmemektedir. Çıplak topraklar nadiren haritalanır. Kentsel toprakların, önemli ölçüde yeniden işlenmiş olmaları nedeniyle oldukça heterojen olan özellikleri de bu tür idari veri tabanlarında belgelenmemektedir.

Ancak bu yaklaşımla elde edilen arazi örtüsü haritası, gerçeğe (Şekil 9a) kıyasla bitki örtülü yüzeylerin eksik bir temsilini (Şekil 9b) ve bitki örtüsü katmanları arasında ayırım yapılmadan gösterebilir. Bu, tanımlanmamış önemli oranda kentsel yüzeylerin ortaya çıkmasına neden olur ve modelleyicinin kentsel mikro iklimi simüle etmek için bu yüzeyler üzerinde varsayımlarda bulunması gerekecektir. Sokak ağaçları için, bazı şehirler için veriler yerel yönetimler veya MIT Senseable City Lab (2018) tarafından geliştirilen ve Google Street View panoramalarına dayalı bir Yeşil Bitki Örtüsü Endeksi (ağaç taçlarıyla kentsel yüzeylerin kapsamı) sunan Treepedia gibi açık verilere dayalı yeni girişimler aracılığıyla elde edilebilir (Li vd., 2015; Seiferling vd., 2017). Bazı Avrupa şehirleri için kentsel ağaç kapsamına ilişkin veriler Copernicus Urban Atlas portalı (EEA, 2018) aracılığıyla da edinilebilmektedir. Üstelik bazıları

Bazı şehirler, ağaçlar da dahil olmak üzere çeşitli şehir tanımlayıcı veri kümelerini ücretsiz olarak sağlamaya karar verdiler. Örneğin Almanya'nın Berlin şehri, çevrimiçi veri tarayıcısı FIS-Broker'ı geliştirdi.



Şekil 9. Toulouse'daki (Fransa) bir mahallenin farklı yaklaşımlarla oluşturulmuş arazi örtüsü haritaları (de Munck vd., 2018): a) ortofotoğraflardan (gerçeğe en yakın) bitki örtüsü katmanlarının manuel olarak taranması, b) BD-TOPO ulusal veri tabanından ve c) Pleiades görüntülerinden çıkarılan bitki örtüsü.

Veri eksikliğinin söz konusu olduğu bu bağlamda, uzaktan algılama (uydu veya havadan görüntüler) veya LiDAR, özellikle çeşitli bitki örtüsü katmanlarının kapsamı ve mekansal çeşitliliği açısından, bu boşlukların bir kısmını yüksek çözünürlükte doldurabilir. Uydular söz konusu olduğunda, tekrar ziyaretler aynı zamanda modelleme açısından oldukça önemli olan kentsel bitki örtüsünün zamansal dinamiklerinin izlenmesine de olanak sağlamaktadır. Metodolojik olarak bu yaklaşım, en azından, şehrin bitki örtüsünü belirlemek için NDVI'nin ve muhtemelen Normalize Edilmiş Fark Su İndeksi'nin (NDWI) spektral veya multispektral işlenmesinden geçmektedir. Bitki örtüsü katmanlarını ayırt etmek için genellikle NDVI'nin eşiklenmesi yeterli değildir. Bunun için daha sağlam bir yaklaşım, yüksek çözünürlüklü bir Sayısal Arazi Modeli (DTM) (veya bir DSM) ile bir Sayısal Yükseklik Modeli (DEM) arasındaki farktan bitki örtüsünün yüksekliğini elde etmektir. Bu yaklaşım, granülometri veya doku gibi görüntülerin bağlamsal bilgilerinin dikkate alınmasıyla da geliştirilebilir (Herold vd., 2003). Bu tür yaklaşımlar, şehirlerdeki yüksek ve alçak bitki örtüsünün kapsamını daha doğru bir şekilde karakterize etmeyi mümkün kılmaktadır.

Uzaktan algılama yaklaşımları, iyi sonuçlar gösterebilir bile, bitki örtüsünün farklı katmanlara sınıflandırılmasına olanak sağlamak için çok hassas mekansal çözünürlüklere ihtiyaç duyulması, gölgelerin (binalardan ve ağaçlardan kaynaklanan) karmaşık bir şekilde ele alınması ve ağaç taçları tarafından gizlenen yüzeylerin karakterize edilmesinin imkansızlığı gibi bazı zorlukları ve sınırlamaları vardır. Ayrıca, kentsel bitki örtüsünün yaprak alanı endeksi gibi önemli bir biyofiziksel parametrenin uzaktan algılama görüntülerinden teknik olarak elde edilebilmesine rağmen (Jensen ve Hardin, 2005; Alonzo ve diğerleri, 2015), modelleyiciler için şu anda çok az veri kolayca bulunabilmektedir. Son olarak, bu yaklaşımlar mevcut bitki örtüsü türlerinin doğasıyla ilgili soruları (taç formları, albedo, vb.) yanıtlamak için tasarlanmamıştır. Bu parametreleri belirlemek için, modelciler genellikle bilimsel literatürden kırsal alanlar için türetilen bitki örtüsü özelliklerini kullanır (kentsel alanlarda geçerli olduklarını varsayarak) veya *yerinde* mikro ölçeğe araştırmalar.

6.3 Mikro ölçeğe bitki örtüsü parametrelerini toplama metodolojileri

Mikro ölçeğe, örneğin şehir ağaçları ağaç kadastrolarına kayıtlıdır, ancak kayıtlı bilgiler şehirden şehire farklılık göstermektedir. Almanya'da tapu kayıtları sadece belediyeye ait ağaçları kapsıyor. Kentsel ormanlar ve özel alanlardaki ağaçlar dahil edilmemiştir, bu alanlardan bu bilgiyi tahmin etmek için özel yöntemlere ihtiyaç vardır.

Çok yüksek mekansal çözünürlüğe sahip (1 metreye kadar) ORM'ler, daha kaba mekansal çözünürlüğe sahip modellere kıyasla koruluklar ve ağaçlar gibi yüksek bitki örtüsü hakkında daha ayrıntılı bilgi gerektirir. Bitki örtüsü genellikle yapı çözümleyici UCM'lerde yaprak alanı yoğunluğunun (LAD) üç boyutlu dizileri olarak temsil edilir. Üç boyutlu LAD'yi tahmin etmek için ortak yaklaşımlar yoktur

Yüksek bitki örtüsü bilgisi. Yüksek ve alçak bitki örtüsü arasındaki ayrım ve tek tek ağaçların tespiti genellikle çok yüksek çözünürlüklü hava veya uydu görüntüleri ve ilişkili 3B veriler kullanılarak yapılır (Iovan ve diğerleri, 2008; Lefebvre ve diğerleri, 2017). Tür çıkarımı ayrıca yeni sensörlere ve hiperspektral görüntülemeye de güvenebilir (Querghemmi ve diğerleri, 2018).

Alman ortak projesi “Değişim Altındaki Kentsel İklim” kapsamında Leibniz Hannover Üniversitesi, Lalic ve Mihailovic (2004)'in yaklaşımından sonra tek boyutlu LAD profillerine dayalı olarak verilen tek bir ağaç için üç boyutlu LAD'yi tahmin etmek için bir yaklaşım geliştirdi ve Markkanen ve ark.'nın yaklaşımından sonra ağaç parçaları için bir yaklaşım geliştirdi. (2003). Ancak bu yöntem, elde edilmesi zor veya nadir olan çok sayıda ağaç fizyolojik girdi parametresini gerektirir. Bu nedenle, en azından yaygın ağaç türleri için bu parametrelerin tahminlerini sağlayan arama tabloları geliştirilmiştir. Dolayısıyla simülasyonlar için minimum gereklilik olarak lokasyon ve ağaç yüksekliğine ihtiyaç duyulmaktadır. Ayrıca, yaprak alanı yoğunluk profillerini tahmin etmek için halihazırda mevcut olan yöntemlerin hepsi kapalı homojen kanopiler için geliştirilmiştir. Bu nedenle, bunların tek tek ağaçları temsil etmeye uygulanması oldukça tartışmalıdır.

Bitki örtüsü parametrelerini haritalamanın bir diğer çok basit yöntemi doğrudan gözlemdir. Bu, geniş alanlar için gerçekleştirilemese de, doğrudan gözlem, mikro ölçekte değerli bilgiler sağlar ve bu bilgiler daha büyük ölçeklere bile aktarılabilir. Bir arazi çalışması sırasında eğitilmiş bir kişi, bitki örtüsünün ve ağaçların türünü doğrudan ve yüksek doğrulukla sınıflandırabilir. Ayrıca ağaçların göğüs hizasındaki yükseklik veya çap gibi temel parametreleri de nispeten kolay bir şekilde ölçülebilir. Yaprak miktarını doğrudan ölçmek çok daha fazla çaba gerektirir. Breda (2003), LAI tahmini için farklı yöntemleri incelemiştir. Doğrudan ölçümler bitki örtüsünün hasat edilmesini veya çöp toplanmasını gerektirir. Bu yöntem yıkıcı olduğundan ve geniş alanlara veya ağaçlara uygulanamayacağından, dolaylı yöntemler geliştirilmiştir; Bu yöntemler, gölgelikten geçen radyasyonu ölçer veya yarım küresel görüntü analizinden (örneğin balık gözü fotoğrafçılığı) yararlanır. Ağacın şeklini veya yaprak alanı yoğunluğunu tanımlamak için 3 boyutlu taşınabilir (kara tabanlı) LiDAR görüntüleme kullanılabilir (Hosoi ve Omasa, 2006), bu da havadan LiDAR görüntülemeye göre daha doğru sonuçlar verir.

7) Tartışma

Kentsel iklim çalışması için bir UCM veya ORM tanımlandıktan sonra, geriye kalan zorluk, kent tanımlayıcı verileri için ilgili kaynakları seçmek ve bunları gerekli mekansal ve zamansal kapsam için işlemektir. Önceki bölümlerde ana parametrelerin türetilmesine yönelik pek çok yöntem anlatılmıştır. Bu bölümde, ilgili verilere erişimle ilişkili bir dizi temel sorun ele alınmaktadır.

Genellikle, beş tür parametrenin (arazi kullanımı ve arazi örtüsü) tümü için gerekli bilgileri elde etmek için yöntemlerin ve veri kümelerinin bir kombinasyonuna ihtiyaç duyulur; morfolojik parametreler; mimari parametreler; sosyo-ekonomik parametreler ve bina kullanımı; ve kentsel bitki örtüsü. Bunlar sıklıkla uzmanlık bilgisi gerektirir ve ham verilerden parametrelerin eşlenmesi süreci zaman alıcı olabilir. Uzaktan algılama teknikleri, arazi örtüsü, kentsel morfoloji ve bitki örtüsü ile ilgili UCM ve ORM parametrelerinin türetilmesinde faydalıdır. Ancak mimari ve sosyo-ekonomik özellikleri hakkında yeterli bilgi sağlamamaktadır. Bu durum, hava ve iklim risklerine maruz kalma ve kırılganlık konularını ele alan çalışmalar için sorunlu hale geliyor. Kara tabanlı idari bilgilerin başlıca dezavantajları, bilgilerin güncellenme hızının yavaş olması ve hassas, kamuya açık olmayan bilgilerin olmasıdır.

Bu tür bilgilerin niteliği. Kitle kaynaklı veriler ilk sorunu ele almıştır ve bazı alanlarda resmi hükümet verileri kadar eksiksiz olmasa da literatür yeterli veri kalitesini bildirmektedir (Haklay, 2010). Gelecekte, büyük miktardaki mevcut verinin otomatik sınıflandırıcıları eğitmek için kullanılabileceği bazı alanlarda derin öğrenme yöntemlerinin ilgili sonuçlar vermesi muhtemeldir.

7.1 Lisanslama sorunları

Yetkili makamlardan, yani kamu eylemleri için gerekli verilerin ortak üretimi ve bakımını organize etmekle görevli kamu kuruluşlarından gelen kentsel veriler, en azından araştırma için, genellikle ücretsiz olarak erişilebilir durumdadır; ancak her zaman ücretsiz lisanslar altında değildir. Bazı ülkeler, bölgeler veya şehirler halihazırda veri platformları üzerinden erişilebilen ücretsiz veriler sunmaktadır (örneğin Fransa, Berlin (Almanya), Hamburg (Almanya), Kuzey Ren-Vestfalya Federal Eyaleti (Almanya), Helsinki (Finlandiya)). Diğer şehirler ise bu verileri yalnızca belirli koşullar ve kısıtlamalar altında sağlıyor. Fransa'da BD-TOPO ulusal veri tabanı (IGN, 2018) araştırma, eğitim ve kamu misyonları için ücretsiz olarak kullanıma açıktır. Genellikle kentsel arazi kullanım haritalarının oluşturulmasında kullanılır. Büyük kentlerin yönetimleri genellikle ulusal veya uluslararası alanları kapsayan bilgilere kıyasla daha kesin kadastro verilerine sahiptir. Bu tür idari veriler, morfolojik, sosyo-ekonomik, mimari, finansal ve idari özellikler de dahil olmak üzere birçok yönü kapsayabilir. Bu tür veri kümelerinin kullanılması, şehirlere özgü veri biçimi ve içeriği nedeniyle büyük bir iş yüküne yol açabilmektedir. Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) tabanlı vektör haritaları diğer veri formatlarına kolaylıkla dönüştürülebilse de, bunların UCM'de kullanıma uyarlanması emek ve programlama becerisi gerektirmektedir. Ayrıca, özellikle bina ölçeğinde veri gerektiren ORM modelleri için bazı verilerin kullanımı, kişilerin mahremiyetinin korunması gereği (örneğin, 25 Mayıs 2018'de yürürlüğe giren Avrupa Genel Veri Koruma Yönetmeliği (GDPR) gereği) nedeniyle kullanım için resmi yetkilendirme gerektirebilir.

Veri lisansları alanı karmaşık bir alandır. Avrupa genelindeki çeşitli harita ajanslarının öncülüğünde ve EuroGeographics örgütü aracılığıyla bir araya getirilen Open ELS projesi, yeni bir özel açık lisans bile önerdi. Avrupa'da Kamu Sektörü Bilgilendirme Direktifi hakkında kamuoyunda yapılan istişarenin ardından Komisyon tarafından bir revizyon önerisi kabul edildi ve bu konu Parlamento ve Konsey tarafından görüşülmektedir. Bu revizyon, mikro ölçekli analizler için açık lisans altında coğrafi verilerin daha fazla kullanılabilir olmasına yol açacaktır. Kamuya açık ulusal verilerin kullanımında yaşanan lisanslama sorunları da OSM gibi açık veri tabanlarının kullanımına olan ilgiyi artırmaktadır.

7.2 Kataloglama sorunları

Durum iyileşiyor olsa bile, uygun veri setlerini aramak ve bulmak şu anda hâlâ zor. Mevcut kataloglar ve portallar, Fransız coğrafi portalı gibi bir bölgeye adanmıştır⁶veya data.gouv portalları, EuroGeographics portalı gibi bir veri sağlayıcısına⁷, Kopernik gibi bir teknolojiye⁸ Dünya Gözlem verilerinden elde edilen ürünlerin dağıtımına adanmış ve Avrupa Birliği Copernicus programı tarafından finanse edilen portal veya enes gibi bir topluluğa⁹iklim modelleri portalı (çıkı verileri).

Google yakın zamanda Google Dataset Search adı verilen, yer bilimleri raster veri kümelerine özel bir prototip arama motoru başlattı. Bu hala oldukça boş ama önemli bir sorunu gösteriyor: meta verilerin kullanılabilirliği (bkz. bölüm 7.3). Son on yılda eski haritaları ve eski hava fotoğraflarını dağıtmak ve görüntülemek, bunları güncel veri tabanlarıyla karşılaştırmak amacıyla ilginç bir ulusal portal kategorisi ortaya çıkmıştır.

⁶<http://geoportail.gouv.fr>, <http://www.geocatalogue.fr/>, <https://www.data.gouv.fr/en/>

⁷<http://www.eurogeographics.org/urunler-ve-hizmetler>

⁸<http://www.copernicus.eu/main/iklim-degisikligi>, <http://land.copernicus.eu/>

⁹<https://portal.enes.org/>

7.3 Veri kalitesi

Bilgi alışverişi ve tanımlaması için portallar için standartlar tanımlanmıştır (örneğin DCAT, CSW). Ancak mevcut ürünleri belgelendiren çok az meta veri bulunmaktadır. INSPIRE yönergesi, yetkili veri kümelerinin standart meta verilerle belgelenmesini zorunlu hale getirmiş olmasına rağmen, bazı meta veriler hâlâ eksiktir ve meta veri belgelemesinin ilerleyişini izlemek için bir gösterge paneli oluşturulmuştur.

Meta veriler, UCM'lerde ve ORM'lerde olası belirsizlik kaynaklarının (kesinlik ve doğruluk açısından) belgelenmesi açısından da önemlidir. Meta veriler ayrıca belirli bir şehrin tanımının geçerli olduğu zamansal kapsamın da belirlenmesine olanak tanır.

Kentsel verilerin giderek artan bulunabilirliği, çeşitliliği ve miktarı, bilgisayar kaynaklarının giderek artan bulunabilirliği ve karşılanabilirliği, iklim çalışmaları için kentsel modellemenin mekansal çözünürlüğünü artırmayı mümkün kıldığı gibi, tercih edilen mekansal çözünürlüğün seçilebilmesini de mümkün kılmıştır. Bu esneklik, mekânsal ve anlamsal (tematik) çözünürlük arasındaki denge sorununu öne çıkarmıştır. Hem fiziksel hem de sosyoekonomik boyutları içeren kentsel modellerde, mekansal çözünürlüğü belirli düzeylerin üstüne veya altına itmek her zaman tavsiye edilmez; çünkü bazı sosyoekonomik olgular çok ince veya çok kaba ölçeklerde gerçekleşmez; Bunları çok büyük veya çok küçük ölçeklere zorlamak insan dinamiklerini yanlış temsil edecektir (bkz. örneğin, Votsis, 2017). 10 metreden daha küçük bir ızgara ağı kullanan ORM'ler kentsel yüzeyin pek çok özelliğini hesaba katabilir, dolayısıyla şehir düzeyinde bu miktarda ayrıntıya ulaşmak neredeyse imkansızdır, örneğin ağaçların şekli. CityGML veya LiDAR nokta bulutları gibi ayrıntılı veri kümelerine erişim daha kolay hale gelene kadar, bu modellere genellemeler ve varsayımlar uygulanması gerekecektir.

7.4 Açık veri

Avrupa'da tekrarlanabilir bir kentsel iklim modeli deneyi tasarlamak için farklı sağlayıcılardan şehir tanımlayıcı verilere erişmek, genellikle farklı lisanslama şemalarına sahip olabilecek farklı veri depolarına erişmeyi ve farklı uygulamalara aşina olmayı gerektirir. Bu durum, söz konusu veri kümelerinin kullanım maliyetlerini (zaman ve emek açısından) artırdığından, doğruluk ve ayrıntı arasında bir denge kurulması gerekir.

Bu sorun, farklı ülkelerdeki mevcut açık verilerin birleştirilmesiyle açık bir veritabanının ortaklaşa oluşturulması için birleşik bir çerçevenin önerildiği OSM projesi tarafından ele alındı. Bu veritabanında temsil edilen coğrafi özellikler (örneğin binalar, otoyollar, arazi kullanımı, vb.) bir dizi öge (DÜĞÜMLER, YOLLAR ve İLİŞKİLER) tarafından ilişkisel bir veritabanı modelinde organize edilmiştir. Her bir eleman etiketlerle (anahtar=değer) tanımlanır. Örneğin, bir bina bir WAY ögesiyle (en az bir "building=yes" anahtar-değer çiftiyle) tanımlanır.¹⁰, bir NODE koleksiyonunu ifade eder (her düğüm enlem ve boylamda bir koordinatı temsil eder). OSM, 2004 yılında kurulduğundan bu yana popülerlik kazanmış ve 1 milyondan fazla harita katkıcısı ve 1 milyondan fazla kayıtlı kullanıcıya ulaşmıştır. OSM'nin başarısı, veri modelinin ve proje operasyonunun esnekliğinde yatmaktadır. Topluluk gönüllülük esasına dayandığı için anlamsal etiketlemeye uyum da gönüllülük esasına dayanmaktadır. Bu kısıtlamaların olmaması, veri yakalama ve kalite kontrol prosedürlerinin olmaması, ayrıca standart dışı bir veri modelinin kullanılması, OSM verilerinin CBS uygulamalarında kullanılmasında bazı zorluklara yol açmıştır. OSM verilerini çıkarmak ve bunları kullanıcı ihtiyaçlarına uyarlamak, veri eşleştirme, web semantiği, veri birleştirme, veri kalitesi vb. konuların dikkate alınmasını gerektirdiği için güncel bir araştırma konusudur. Ulusal haritalama ve kadastro ajansları tarafından kurulan ELF projesi tarafından önerilen yaklaşım, ulusal yasal kuruluşlar tarafından sunulan yetkili verilerin üzerinde bir arabuluculuk katmanı sağlamaktır; bu, kullanımı kolaylaştırmanın bir yolu olabilir.

¹⁰<https://wiki.openstreetmap.org/wiki/Key:building>

OSM verilerinin (Jakobsson, 2012). Bu yaklaşımın ve EuroGeographics tarafından başlatılan Açık Avrupa Konum Hizmeti'nin önemli bir faydası, INSPIRE çerçevesine ve dolayısıyla yetkili veri üreticilerine, Avrupa Çevre Müdürlüğü'ne ve politika yapıcılara olan bağlantıdır.

7.5 Önümüzdeki on yılın araştırma zorlukları

Yukarıda açıklandığı gibi, UCM'ler ve ORM'ler için girdi parametrelerini üretmeye yönelik yöntemlerden bazıları artık olgunlaşmıştır. Her iki iyileştirmenin de kentsel girdi parametrelerinin toplanması ve bunların kentsel iklim modelleri tarafından dikkate alınma biçimleri açısından gerekli olduğu belirtilmelidir.

Bu olgunlaşmış gelişmeler henüz modelciler arasında yaygınlaşmamış olabilir. Bu durum insani veya parasal maliyetlerden veya lisanslama sorunlarından kaynaklanıyor olabilir. Bu tür olgun yöntemler, örneğin LCZ sınıflandırmasını (Stewart ve Oke 2012, bölüm 2.1) veya uzaktan algılama kullanılarak düzlemsel ve hacimsel morfolojik parametrelerin alınmasını kapsar. Son zamanlarda sokak seviyesindeki fotoğraflardan tüm şehirlerin gökyüzü görünüm faktörlerini elde etmek için derin öğrenme teknikleri bile kullanılmaya başlandı.

Ancak model geliştirme veya kentsel parametrelerin üretilmesiyle ilgili çeşitli bilimsel zorluklar ortaya çıkmaktadır. Dört temel zorluk tespit edilebilir:

1. Karşılaşılan zorluklardan biri, özellikle kentleşmiş dünya sistemi modelleri kullanılarak iklim modellemesi için küresel ölçekte parametre üretme yeteneğidir. Bu tür iklim modellerinin yakın gelecekte kilometre çözünürlüğüne ulaşması bekleniyor.
2. Bir diğer zorluk ise, daha ayrıntılı bilgi ve bütünlük kentsel hizmetler sunabilmek için, UCM'ler ve ORM'ler tarafından modellenen süreçleri (örneğin, bina enerji bütçesi, kentsel radyasyon değişimlerinin daha ayrıntılı gösterimi) genişletmektir. Ancak bu yeni süreçler sosyoekonomik parametreler gibi edinilmesi zor yeni parametreler gerektirecektir.
3. Diğer pek çok araştırma veya operasyonel topluluk, Bina Bilgi Modellemesi gibi kentsel verileri toplar ve kullanır. Bu tür verileri bir araya getirebilmek için atmosfer modelleme topluluğunun diğer bilimsel alanlardaki veri standartlarını kullanması gerekecektir. Ancak bu durum, başlangıçta kentsel iklim bilimciler ve modellemeciler tarafından veya onlar için oluşturulmamış bilgilerin kullanılabilirlik sorununu gündeme getiriyor. Açık veri tabanlarının kullanımı ve daha genel olarak devlet ve dünya düzeyinde açık veri politikalarının geliştirilmesi teşvik edilmelidir.
4. Son olarak, her türlü kentsel parametrenin üretimi için kitle kaynak kullanımı ve derin öğrenme gibi yeni tekniklerin keşfi teşvik edilmelidir. Bu tür yöntemler, ideal olarak, verilerin eksik olduğu yerlerde transfer edilebilir olacak şekilde tasarlanmalı, gerekirse makul şehir bilgilerinin yeniden oluşturulmasına kadar gidilmelidir. Bu doğrudan 1. zorlukla bağlantılıdır.

Bu bilimsel zorlukların üstesinden gelmek için disiplinler arası bir yaklaşıma ihtiyaç duyulacaktır.

7.6 Çeşitli kaynaklardan gelen verilerden Kentsel İklim Hizmetlerine

Kentsel alanın temsilde mekânsal ve tematik çözünürlük arasındaki denge, düzenli ve düzensiz geometri arasındaki dengeyle tamamlanmaktadır. Özellikle bazı sosyoekonomik bilgi türleri piksel tabanlı bir formatta iyi bir şekilde temsil edilmez, bunun yerine temsil için düzensiz çokgenlere ihtiyaç duyarlar, örneğin posta kodu çokgenleri. Bu tür bilgiler rasterleştirilip piksel tabanlı diğer bilgilerle uyumlu hale getirilebilir, ancak bu yine de yapay olarak yüksek bir çözünürlük yaratır ve çokgenler arasındaki sınırlar boyunca değerleri yanlış gösterir.

FP7 projesi ToPDAd ve H2020 projesi EU-MACS kapsamındaki çalışmalar, iklim hizmetleri ve bölgesel ölçeklerde iklim adaptasyonu bağlamında (bu bağlamda metropol

(bölgeler) sosyoekonomik bilgilerin doğru bir şekilde sunulmasının kritik öneme sahip olduğu bölgelerde, iklim ve sosyoekonomik verilerin uyumlu hale getirilmesinin getirdiği belirsizlik sorunuydu. Birincisi, iklim verileri sosyoekonomik verilerle karşılaştırıldığında, işlem sonrası değişikliğe karşı daha az hassas olabilir; İkinci olarak, seçilen coğrafi analiz birimi, ortaya çıkan hata miktarında belirleyici bir faktördür (Larosa ve Perrels, 2018). Bu çalışma coğrafi analiz biriminin daha iyi kavramsallaştırılmasının gerekliliğini vurgulamıştır. Hüresel ızgaraların veya idari birimlerin boyutu bir sorun olmakla birlikte, asıl sorun insan faaliyetlerinin uzaydaki kümelerinin hassas bir şekilde temsil edilmesidir: dünyanın düzgün bir şekilde düzenlenmiş bir şebekesel temsili tamamen uygun olmayabilir ve bu durum bölgesel ve şebeke tabanlı modeller ile değişken mekansal çözünürlük ve veri geometrisinde çalışan kentsel modeller olasılığının tartışılmasını gündeme getirir. Avrupa projesi URCLIM, kentsel ve şehir içi ölçekte kentsel iklim hizmetlerinin inşasında kentsel parametrelerden ve bölgesel iklim modelleri projeksiyonlarından kaynaklanan belirsizliklerin kıtasal ölçekte yayılmasını araştırıyor.

8 Sonuçlar

Kentsel iklim modellemesi için gerekli tüm temel parametreleri içeren tam bir veri seti oluşturmak için birçok farklı veri setine ve işleme tekniğine ihtiyaç vardır. Bu zaman alıcı ve karmaşıktır. UCM ve ORM için ihtiyaç duyulan parametreler 5 ana kategoriye ayrılmıştır: arazi kullanımı/arazi örtüsü sınıfları, morfolojik bilgiler, mimari bilgiler, sosyo-ekonomik parametreler (bina kullanımı veya demografik yoğunluk gibi) ve kentsel bitki örtüsünün tanımı.

Bu parametreleri başlatmanın en basit yolu, birincil veri olarak yalnızca arazi kullanımı ve arazi örtüsü sınıflarını (örneğin LCZ'ler) kullanma kavramını takip eder. Bu, yaygın olarak kullanılır ve mezoskalalı UCM'lerin çoğu uygulaması için hala umut vaat eder; diğer kategorilerin parametreleri için (örneğin, ortalama bina yüksekliği ve yoğunluğu, farklı yüzeylerin ve fasetlerin albedosu, vb.) arama tablolarından (yaklaşık) parametre değerlerinin kullanılmasıyla veri kümelerinin sayısını azaltır. Kentsel iklim topluluğunun ortak çabaları bu tabloların iyileştirilmesine yardımcı olacaktır. Arazi örtüsüne dayalı bu yaklaşım, mevcut çözünürlüğü 1 km veya daha büyük olan sayısal hava durumu tahmin modelleri için yeterli olabilir.

Ancak, paydaşların hem ince ölçekli bilgi hem de belirli şehirlere yönelik uygulamalar talep ettiği kentsel iklim hizmetlerinin sağlanması için, mezoskala (100 m) ve mikroskala (1 m) çözünürlüklerde kentsel iklim modellemesi için şehrin daha kesin bir tanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Uzaktan algılama, özellikle uydu görüntüleri kullanıldığında her yerde uygulanabilir olma avantajına sahip olmasına rağmen, bu kadar yüksek çözünürlüklü veri setleri sağlama konusunda sınırlamaları vardır. Ancak, modelin parametrelerini oluşturmak için 2,5 veya 3 boyutlu binaları ve altyapı kadastrolarını birleştiren yöntemler umut vericidir. Maalesef bu tür veriler henüz her yerde mevcut değil, çünkü çok sayıda yüksek çözünürlüklü veri setine ihtiyaç duyuluyor.

Bu, özellikle yasal olarak zorunlu kuruluşlar tarafından iyi belgelenmiş bir kalitede sağlanan veriler olmak üzere, kamusal alanlar hakkında mevcut verilerin yeniden kullanılmasının önündeki engellerin, kullanıcı topluluklarını OSM kitle kaynak topluluğu gibi iklim değişikliği çalışmalarıyla ilgili bilgilere katkıda bulunmaya teşvik ederek kaldırılmasını savunmaktadır. Bu tür verilerin içerik ve nitelik olarak da mümkün olduğunca homojen olması gerekir. Bu, gelecekteki bölgesel ve hatta küresel çok yüksek çözünürlüklü kentsel iklim modelleri ve özel kentsel iklim hizmetleri için genel kentsel verilerin üretimini büyük ölçüde kolaylaştıracaktır.

Ek 1: Kentsel bir tanımlamayla çeşitli küresel arazi örtüsü veri kümelerinin genel görünümü

Tablo A1, kentsel alanların arazi örtüsü sınıflandırmasına odaklanan son zamanlarda üretilen veri kümelerinin bir listesini sunmaktadır. Atmosferik modellemede kullanılan çoğu arazi kullanımı/arazi örtüsü haritalarının aksine, bunlar kentsel yapıyı daha iyi tanımlayabilmek amacıyla genellikle birden fazla kentsel sınıfa sahiptir. Bunun tek istisnası, sadece 1 şehir içi sınıfına sahip olan GUF'tur. Bu veri kümelerinin daha ayrıntılı açıklaması aşağıda verilmiştir.

Tablo A1: Kentsel tanımlamalı çeşitli küresel ve kıtasal veri kümelerinin genel görünümü

	kentsel sayı sınıflar	mekansal genişleme	mekansal çözünürlük
Küresel İnsan Çökme Katmanı	9	Etraflı	100m
Küresel Kentsel Ayak izi	1	Etraflı	12m (genel 75m)
Ekoklima-SG	10 (LCZ)	Etraflı	300m
Jackson ve ark. (2010)	4	Etraflı	1 km
KURALLAR	10 (LCZ)	Yüzlerce şehir dünya çapında Çin, Avrupa	100m, haritalar henüz mevcut değil merkezi depo
KORİNE	9	Avrupa	25 hektar
Şehir Atlası	17	Avrupa'daki 700 büyük şehir	kentsel blok

- Küresel İnsan Yerleşim Katmanı (GHSL) ETİKET ürünü (38 m çözünürlük; Pesaresi vd., 2013, 2016) esas olarak Landsat 8'e dayanmaktadır ve yolları, farklı yoğunluklara sahip yapılaşmış alanları (çok hafif/hafif/orta/güçlü) ve yoğun yapılaşmış alanlar için bina yüksekliğini (alçak katlı/orta katlı/yüksek katlı/çok yüksek katlı) ayırt etmek için SRTM ve ASTER-GDEM dijital yüzey modelleriyle birleştirilmiş Normalize Edilmiş Bitki Örtüsü Fark Endeksi'ni (NDVI) kullanır.
- Küresel Kentsel Ayak İzi (GUF®), dünyadaki insan yerleşim desenlerini kentsel ve kırsal ortamlarda şimdiye kadar görülmemiş bir düzeyde, yaklaşık 12 m'lik bir mekansal çözünürlükte göstermektedir (Esch vd., 2017). GUF® veri seti, Alman uyduları TerraSAR-X ve TanDEM-'den elde edilen radar görüntülerinden (SAR) türetilen dikey yapıların dağılımını yansıtır. X. Verilerin büyük kısmı 2012 yılında toplanmıştır (görüntülerin %93'ü 2011-2012 yıllarında, %7'si 2013-2014 yıllarında kaydedilmiştir). Alman Havacılık ve Uzay Merkezi (DLR), şu anda GUF metodolojisini, Avrupa Sentinel-1 (SAR) ve Sentinel-2 (multispektral) uyduları ile ABD Landsat (multispektral) misyonları tarafından sağlanan tamamen açık ve ücretsiz uydu verilerinin kullanımına uyarlıyor. Bu etkinlik, 2018'de WSF 2015'in (çok zamanlı Sentinel'in ortak bir analizine dayanan ikili GUF'ye eşdeğer) yayınlanmasıyla birlikte Dünya Yerleşim Ayak İzi (WSF) etiketi altında yeni bir küresel katmanlar paketinin sağlanmasına yol açacaktır.

1 ve 2015 yılı Landsat 8 verileri) ve ardından 2019 yılında bir WSF Evolution ürünü (Esch ve diğerleri, 2018b) yayınlandı. WSF Evolution, WSF 2015'te tanımlanan her insan yerleşimi için 1985-2015 yılları arasındaki uzaysal-zamansal gelişim hakkında ayrıntılı bilgi sağlar. İlgili analiz, Google Earth Engine kullanılarak Landsat arşivinin çok zamanlı kütle veri koleksiyonlarının işlenmesine dayanmaktadır.

- Masson ve diğerleri. (2003) ve Faroux ve diğerleri. (2013) atmosferik modelleme için bitki örtüsü ve kentsel yüzey modelleri için uygun 1 km çözünürlüklü küresel bir veri tabanı ve ilişkili veri tabanını oluşturdu. Kentsel tanımlama CORINE Avrupa Arazi Örtüsü'ne (Bossard ve diğerleri, 2000) dayanmaktadır. Güncellenmiş bir versiyon olan Ecoclimap-SG, doğal örtüler için ESA-CCI'dan 300 m çözünürlükte ve kentsel alanlar için Küresel İnsan Yerleşim Katmanı'ndan (yukarıya bakınız) küresel olarak oluşturulmuştur. Ecoclimap-SG'de GHSL sınıfları dünya genelindeki 10 kentsel LCZ sınıfına çevrildi.
- Avrupa için uydu tabanlı CORINE Arazi Örtüsü (100 m çözünürlük; Bossard ve diğerleri, 2000), Avrupa Çevre Ajansı (AÇA) tarafından koordine edilen ulusal ekipler tarafından aşağıdan yukarıya bir yaklaşımla oluşturulmuştur. Kentsel alanların morfolojisi ve kullanımı ile ilgili 9 arazi örtüsü tipini (örneğin "Sürekli kentsel doku", "Endüstriyel veya ticari birimler", "Havaalanları") içermekte olup 1990, 2000, 2006 ve 2012 yıllarına ait yıllık anlık görüntüler halinde mevcuttur.
- Avrupa Ekonomik Alanı (AEA) tarafından derlenen Kentsel Atlas (<https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/data/copernicus-land-monitoring-service-urban-atlas>), AB28 ve EFTA ülkelerinde yaklaşık 700 kentsel alan (2012 sürümü) için 17 kentsel arazi örtüsü türü hakkında bilgi içermektedir. 100.000'den fazla nüfusa sahip şehirler ve çevreleri (nüfusu 50.000'den fazla) kapsamaktadır. Çok yüksek çözünürlüklü uydu görüntüleri (SPOT5/6, Formosat), şehir haritaları ve çevrimiçi harita servislerinin görüntü sınıflandırması ve görsel yorumlanması birleştirilerek oluşturulmuştur. Arazi örtüsü sınıfları, kentsel dokunun yoğunluğunu ve kullanımını (örneğin "yollar", "havaalanları") tanımlar. Ayrıca, Kentsel Atlas, şehirlerin bir alt örneğine ait bina yüksekliği ve sokak ağaçları hakkında veri sağlar.
- Jackson ve diğerleri. (2010) dünyada farklı iklimlere, sosyo-ekonomik özelliklere ve mimari uygulamalara sahip dört kentleşme sınıfı için, morfolojileri (düşük/orta/yüksek yoğunluklu ve yüksek bina bölgeleri), termal ve radyasyon özellikleriyle karakterize edilen 33 bölge tanımlamıştır.
- Dünya Kentsel Veritabanı ve Erişim Portalı Araçları (WUDAPT; Ching vd., 2018), kentsel form ve işlev hakkında küresel bir veritabanı oluşturmayı amaçlamaktadır. Yerel İklim Bölgelerinin (YKB; Stewart ve Oke, 2012) mekansal haritalarının oluşturulmasında Landsat uydu verileri ve yerel uzmanlıklardan yararlanılmaktadır. LCZ'ler kentsel morfolojiyle güçlü bir şekilde bağlantılıdır ancak inşaat malzemeleri, bina kullanımı ve enerji tüketimiyle daha az ilişkilidir. WUDAPT'ın devamında, kalabalık kaynak kullanımı teknikleri ve gelişmiş yüksek çözünürlüklü uydu verileri kullanılarak veri setinin zenginleştirilmesi planlanıyor.

Teşekkürler

Ortak yazarlar Burmeister, Esch, Heldens, Kanani-Sühring, Maronga, Pavlik ve Zeidler, Sürdürülebilir Kalkınma Araştırmaları (FONA; www.fona.de) çerçevesinde 01LP1601 numaralı hibe fonunu sağladıkları için Alman Federal Eğitim ve Araştırma Bakanlığı'na (BMBF) şükranlarını sunarlar. Ortak yazar See, FP7 tarafından finanse edilen ERC projesi CrowdLand'e (Hibe n° 617754) verdiği destekten dolayı teşekkür etmek ister. Ortak yazarlar Masson, Bocher, de Munck, Lemonsu, Lévy, Schoetter, Tornay, Bonhomme, Fransız Ulusal Araştırma Ajansı'na, ANR-13-VBDU-0004 referanslı Uygulamalı Modelleme ve Kentsel Planlama Yasaları: Kentsel İklim ve Enerji (MAPUCE) projesi kapsamında verdikleri destek için teşekkürlerini sunarlar. Ortak yazarlar Masson, Bocher, de Munck, Lemonsu, Schoetter, Votsis ve Bucher

JPI Climate tarafından başlatılan ve Avrupa Birliği'nden (Hibe n° 690462) URCLIM projesi için eş finansman sağlanan bir ERA-NET olan ERA4CS'ye şükranlarını sunarlar (www.urclim.eu).

Referanslar

1. Aguilar, MA, del Mar Saldana, M., Aguilar, FJ, 2014. GeoEye-1 ve WorldView-2 görüntülerinden stereo-çıkarılan DSM'nin üretimi ve kalite değerlendirmesi. IEEE Çev. Jeoloji. Uzaktan Algılama 52, 1259-1271. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2013.2249521>
2. Allen, L., Lindberg, F., Grimmond, CSB, 2011. Küresel ölekte kent içi antropojenik ısı akışı: model ve değişkenlik. Uluslararası J. Klimatol. 31, 1990-2005. <https://doi.org/10.1002/joc.2210>
3. Alonzo, M., Bookhagen, B., McFadden, JP, Sun, A., Roberts, DA, 2015. Penetrasyon ölçümleri ve allometri kullanılarak havadan lidar ile kentsel orman yaprak alanı indeksinin haritalanması. Uzaktan Algılama. Yaklaşık. 162, 141-153. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2015.02.025>
4. Arino, O., Bicheron, P., Achard, F., Latham, J., Witt, R., Weber, J.-L., 2008. GlobCover, Dünya'nın en ayrıntılı portresi. ESA Boğası. 136, 25-31.
5. Arnfield, AJ, 2003. Yirmi yıllık kentsel iklim araştırması: türbülans, enerji ve su alışverişi ve kentsel ısı adası üzerine bir inceleme. Uluslararası J. Klimatol. 23, 1-26. <https://doi.org/10.1002/joc.859>
6. Ban, Y., Gong, P., Giri, C., 2015. Dünya gözlem uydu verilerini kullanarak küresel arazi örtüsü haritalaması: Son gelişmeler ve zorluklar. ISPRS Dergisi Fotogrametri. Uzaktan Algılama 103, 1-6. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2015.01.001>
7. Barnsley, MJ, Barr, SL, 1997. Grafik tabanlı, yapısal desen tanıma sistemi kullanılarak ince mekansal çözünürlüklü arazi örtüsü verilerinde kentsel arazi kullanım kategorilerinin ayırt edilmesi. Bilgisayar. Yaklaşık olarak. Kentsel Sistemler, Kentsel Sistemlerin Uzaktan Algılanması 21, 209-225. [https://doi.org/10.1016/S0198-9715\(97\)10001-1](https://doi.org/10.1016/S0198-9715(97)10001-1)
8. Bechtel, B., Alexander, PJ, Böhner, J., Ching, J., Conrad, O., Feddema, J., Mills, G., See, L., Stewart, I., 2015. Kentlerin biçim ve işlevlerine ilişkin dünya çapında bir veri tabanı oluşturmak için Yerel İklim Bölgelerinin Haritalanması. ISPRS Uluslararası J. Coğrafya Bilgisi 4, 199-219. <https://doi.org/10.3390/ijgi4010199>
9. Berghauser Pont, M., Haupt, P., 2005. Uzak Arkadaşı: Yoğunluk ve kentsel dokunun tipomorfolojisi. Kuzey. J. Mimarlık Karar. 4, 55-68.
10. Biljecki, F., Ledoux, H., Stoter, J., 2017. Yükseklik verileri olmadan 3B şehir modelleri oluşturma. Bilgisayar.Çevre.KentselSistem.64, 1-18. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.01.001>
11. Biljecki, F., Sindram, M., 2017. 3B CBS ile bina yaşının tahmini, ISPRS Fotogrametri, Uzaktan Algılama ve Mekansal Bilgi Bilimleri Yıllıkları. 12. 3D Geoinfo Konferansı 2017'de sunuldu, Copernicus GmbH, s. 17-24. <https://doi.org/10.5194/isprsannals-IV-4-W5-17-2017>
12. Bocher, E., Petit, G., Bernard, J., Palominos, S., 2018. Kentsel göstergeleri hesaplamak için bir coğrafi işleme çerçevesi: MAppUCE araç zinciri. Şehir Kliması. 24, 153-174. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2018.01.008>
13. Boeing, G., 2017. OSMnx: Karmaşık sokak ağlarını edinme, oluşturma, analiz etme ve görselleştirmeye yönelik yeni yöntemler. Bilgisayar. Yaklaşık olarak. Kentsel Sis. 65, 126-139. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.05.004>
14. Bonczak, B., Kontokosta, CE, 2019. Hava LiDAR ve şehir idari verileri kullanılarak karmaşık kentsel manzaralarda 3B bina morfolojisinin büyük ölçekli parametrelendirilmesi. Bilgisayar. Yaklaşık olarak. Kentsel Sis. 73, 126-142. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.09.004>
15. Bontemps, S., Defourny, P., Radoux, J., Van Bogaert, E., Lamarche, C., Achard, F., Mayaux, P., Boettcher, M., Brockmann, C., Kirches, G., Zülkhe, M., Kalogirou, V., Seifert, FM, Arino, O., 2013. İklim modelleme toplulukları için tutarlı küresel arazi örtüsü haritaları: Güncel

ESA LAND COVER CCI'nin başarıları. ESA Yaşayan Gezegen Sempozyumu 2013, Edinburgh, İngiltere'de sunulmuştur.

16. Bossard, M., Feranec, J., Otahel, J., 2000. CORINE arazi örtüsü teknik kılavuzu – Ek 2000. Avrupa Çevre Ajansı, Teknik rapor No 40. (Teknik rapor No 40.). Avrupa Çevre Ajansı.
17. Bourgeois, A., Pellegrino, M., Lévy, J.-P., 2017. Yurt içi enerji davranışının modellenmesi ve haritalanması: Fransa'daki bir tüketici anketinden elde edilen bilgiler. Enerji Res. Sosyal. Bilim., Binalarda Enerji Tüketimi: 32, 180–192. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.erss.2017.06.021>
18. Bouyer, J., Inard, C., Musy, M., 2011. Kentsel bir bağlamda bina enerji simülasyonunu iyileştirmek için bir çözüm olarak mikro iklimsel bağlantı. Enerji İnşası. 43, 1549–1559. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2011.02.010>
19. Brasebin, M., Perret, J., Mustière, S., Weber, C., 2012. 3B veri geometrik modellemesinin mekansal analiz üzerindeki etkisinin ölçülmesi: Skyview faktörlü çizim, Leduc, T., Moreau, G., Billen, R. (Ed.), 3B Şehir Modellerinin Kullanımı, Kullanılabilirliği ve Faydası – Avrupa COST Eylem TU0801. 3B Şehir Modellerinin Kullanımı, Kullanılabilirliği ve Faydası – Avrupa COST Eylem TU0801, EDP Sciences, Nantes, Fransa, s. 02001. <https://doi.org/10.1051/3u3d/201202001>
20. Breda, NJJ, 2003. Yaprak alan indeksinin yer tabanlı ölçümleri: Yöntemler, araçlar ve güncel tartışmaların gözden geçirilmesi. J. Deney. Bot. 54, 2403–2417. <https://doi.org/10.1093/jxb/erg263>
21. Burochin, J.-P., Tournaire, O., Paparoditis, N., 2009. Temel 2B modellerde bir cephe bina görüntüsünün gözetimsiz hiyerarşik segmentasyonu. Uluslararası Mimar. Fotogram. Uzaktan Algılama Tükürüğü Bilg. Bilim. 38, 223–228.
22. Burochin, J.-P., Vallet, B., Brédif, M., Mallet, C., Brosset, T., Paparoditis, N., 2014. Çok fazla örtüşen geniş açılı hava görüntülerinden kör bina cephelerinin tespiti. ISPRS Dergisi Fotogrametri. Uzaktan Algılama 96, 193–209. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.07.011>
23. Burochin, J.-P., Vallet, B., Tournaire, O., Paparoditis, N., 2010. Periyodik modellerle cephe görüntülerinin gözetimsiz hiyerarşik segmentasyonuna yönelik bir formülasyon. Uluslararası Mimar. Fotogram. Uzaktan Algılama Tükürüğü Bilg. Bilim. IAPRS 38, 227–232.
24. Chen, Jun, Chen, Jin, Liao, A., Cao, X., Chen, L., Chen, X., He, C., Han, G., Peng, S., Lu, M., Zhang, W., Tong, ISPRS J. Photogramm. Uzaktan Algılama 103, 7–27. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2014.09.002>
25. Ching, J., Aliağa, D., Mills, G., Masson, V., Bkz., L., Neophytou, M., Middel, A., Baklanov, A., Ren, C., Ng, E., Huang, Y., Stewart, I., Fung, J., Wong, M., Zhang, X., Shehata, A., Martilli, A., Miao, S., Wang, X., Yamagata, Y., Duarte, D., Schwander, L., Wang, W., Li, Y., Hanna, A., Feddema, J., Bechtel, B., Gonzales, J., Hidalgo, J., Roustan, Y., Kim, YS, Bornstein, R., Tzu-Ping, Brousse, O., 2019. WUDAPT'ın Dijital Sentetik Şehir aracını kullanarak üretime yönelik yol çok ölçekli kentsel dönüşüm için kentsel gölgelik parametreleri atmosferik modelleme. Şehir Kliması. İncelemede.
26. Ching, J., Brown, M., Burian, S., Chen, F., Cionco, R., Hanna, A., Hultgren, T., McPherson, T., Sailor, D., Taha, H., Williams, D., 2009. Ulusal Kentsel Veritabanı ve Erişim Portalı Aracı. Boğa. Ben. Meteoroloji. Sosyal. 90, 1157–1168. Türkçe: <https://doi.org/10.1175/2009BAMS2675.1>
27. Ching, J., Mills, G., Bechtel, B., Bkz., L., Feddema, J., Wang, X., Ren, C., Brousse, O., Martilli, A., Neophytou, M., Mouzourides, P., Stewart, I., Hanna, A., Ng, E., Foley, M., Alexander, P., Aliaga, D., Niyogi, D., Shreevastava, A., Bhalachandran, P., Masson, V., Hidalgo, J., Fung, J., Andrade, M., Baklanov, A., Dai, W., Milcinski, G., Demuzere, M., Brunzell, N., Pesaresi, M., Miao, S., Mu, Q., Chen, F., Theeuwes, N., 2018. WUDAPT: Antroposen için kentsel hava durumu, iklim ve çevresel modelleme altyapısı. Boğa. Ben. Meteoroloji. Sosyal. 99, 1907–1924. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-16-0236.1>

28. CIESIN, 2017. Dünya Nüfusunun Gridlenmesine İlişkin Dokümantasyon, Sürüm 4 (GPWv4), Revizyon 10 Veri Kümeleri. <https://doi.org/10.7927/H4B56GPT>
29. Congalton, R., Gu, J., Yadav, K., Thenkabail, P., Ozdogan, M., 2014. Küresel arazi örtüsü haritalaması: Bir inceleme ve belirsizlik analizi. *Uzaktan Algılama* 6, 12070–12093. <https://doi.org/10.3390/rs61212070>
30. de Munck, C., Bernard, E., Lemonsu, A., Hidalgo, J., Touati, N., Bouyer, J., 2018. Kentsel iklim değişkenliği üzerinde yüksek çözünürlükte bitki örtüsünün modellenmesinin etkisi. ABD, New York'ta düzenlenen 10. Uluslararası Kentsel İklim Konferansı'nda sunuldu.
31. de Munck, C., Pigeon, G., Masson, V., Meunier, F., Bousquet, P., Tréméac, B., Merchat, M., Poeuf, P., Marchadier, C., 2013. Klima, Fransa'nın Paris gibi bir şehrinde hava sıcaklığını ne kadar artırabilir? *Uluslararası J. Klimatol.* 33, 210–227. <https://doi.org/10.1002/joc.3415>
32. Dong, Y., Varquez, ACG, Kanda, M., 2017. Yüksek mekansal çözünürlüğe sahip küresel antropojenik ısı akısı veritabanı. *Atmos. Environ.* 150, 276–294. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2016.11.040>
33. Ebel, W., Eicke-Hennig, W., Feist, W., 1990. Energiesparpotential im Gebäudebestand. IWU, Darmstadt, Almanya.
34. Ebert, A., Kerle, N., Stein, A., 2009. Hava ve uzay görüntüleri ile CBS verilerinden türetilen fiziksel vektörler ve mekansal ölçümlerle kentsel sosyal kırılmalık değerlendirilmesi. *Nat. Tehlikeler* 48, 275–294. <https://doi.org/10.1007/s11069-008-9264-0>
35. Eckert, S., Hollands, T., 2010. Kentsel bir alanın IKONOS stereo verilerinin işlenmesiyle otomatik DSM üretim modüllerinin karşılaştırılması. *IEEE J. Sel. Tepe. Uygulama Dünya Gözlemevi Uzaktan Algılama* 3, 162–167. Türkçe: <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2010.2047096>
36. AÇA, 2018. Sokak Ağacı Katmanı (STL). Bağlantı adresi: <https://land.copernicus.eu/local/urban-atlas/streettree-layer-stl>.
37. Esch, T., Asamer, H., Bachofer, F., Balhar, J., Boettcher, M., Boissier, E., d'Angelo, P., Gevaert, CM, Hirner, A., Jupova, K., Kurz, F., Kwarteng, AY, Mathot, E., Marconcini, M., Marin, A., Metz-Marconcini, A., Pacini, F., Paganini, M., Permana, H., Soukup, T., Uereyen, S., Small, C., Svaton, V., Zeidler, JN, 2018a. Dijital dünya kentsel gezegenle buluşuyor: Büyük dünya verilerinin, bilgi teknolojilerinin ve paylaşılan bilginin ortak kullanımından kaynaklanan kanıta dayalı kentsel çalışmalar için yeni beklentiler. *Uluslararası J. Rakam. Dünya* 1–22. <https://doi.org/10.1080/17538947.2018.1548655>
38. Esch, T., Bachofer, F., Heldens, W., Hirner, A., Marconcini, M., Palacios-Lopez, D., Roth, A., Üreyen, S., Zeidler, J., Dech, S., Gorelick, N., 2018b. Nerede yaşıyoruz? Küresel Kentsel Ayak İzinin başarılarının ve planlanan evriminin bir özeti. *Uzaktan Algılama* 10, 895. <https://doi.org/10.3390/rs10060895>
39. Esch, T., Heldens, W., Hirner, A., Keil, M., Marconcini, M., Roth, A., Zeidler, J., Dech, S., Strano, E., 2017. Uzaydan insan yerleşimlerinin haritalanmasında yeni bir çağır açmak – Küresel Kentsel Ayak İzi. *ISPRS Dergisi Fotogrametri. Uzaktan Algılama* 134, 30–42. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.10.012>
40. Fan, H., Zipf, A., 2016. VGI/kalabalık kaynaklı verilerden dünyanın 3 boyutlu modellenmesi, Capineri, C., Haklay, M., Huang, H., Antoniou, V., Kettunen, J., Ostermann, F., Purves, R. (Ed.), *Kalabalık Kaynaklı Coğrafi Bilginin Avrupa El Kitabı*. Ubiquity Press, s. 435–446. <https://doi.org/10.5334/bax>
41. Faroux, S., Kaptué Tchuenté, AT, Roujean, J.-L., Masson, V., Martin, E., Le Moigne, P., 2013. ECOCLIMAP-II/Avrupa: kara yüzeyi, meteoroloji ve iklim modelleri için uydu bilgilerine dayalı 1 km çözünürlükte ekosistemlerin ve yüzey parametrelerinin iki katlı veritabanı. *Jeoloji. Model Geliştirme* 6, 563–582. <https://doi.org/10.5194/gmd-6-563-2013>
42. Flanner, MG, 2009. İnsan kaynaklı ısı akışının küresel iklim modelleriyle bütünleştirilmesi. *Jeofizik. Karar. Lett.* 36. <https://doi.org/10.1029/2008GL036465>

43. Fonte, CC, Minghini, M., Antoniou, V., Patriarca, J., See, L., 2018. Mevcut VGI kaynaklarını kullanarak bina fonksiyonunun sınıflandırılması. ISPRS - Uluslararası Mimar. Fotogram. Uzaktan Algılama Tükürüğü Bilg. Bilim. XLII-4, 209-215. <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-4-209-2018>
44. Fornaro, G., Serafino, F., 2006. Kentsel alanlardaki tek ve çift saçıcıların SAR tomografisi ile görüntülenmesi. IEEE Çev. Jeolojik Bilimler. Uzaktan Algılama. 44, 3497-3505. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2006.881748>
45. Fouillet, A., Rey, G., Laurent, F., Pavillon, G., Bellec, S., Guihenneuc-Jouyau, C., Clavel, J., Jougla, E., Hémon, D., 2006. Fransa'da Ağustos 2003 sıcak hava dalgasına bağlı aşırı ölüm oranı. Uluslararası Mimar. İşgal et. Yaklaşık olarak. Sağlık 80, 16-24. <https://doi.org/10.1007/s00420-006-0089-4>
46. Fradkin, M., Roux, M., Maitre, H., Leloglu, UM, 1999. Yoğun kentsel alanlarda çoklu hava görüntülerinden yüzey yeniden yapılandırması, Bildiriler Kitabı'nda. 1999 IEEE Bilgisayar Topluluğu Bilgisayar Görüntüsü ve Desen Tanıma Konferansı (Kat. No. PR00149). Bildiriler Kitabında sunulmuştur. 1999 IEEE Bilgisayar Topluluğu Bilgisayar Görüntüsü ve Desen Tanıma Konferansı (Kat.NoPR00149),s.262-267Cilt 2. <https://doi.org/10.1109/CVPR.1999.784639>
47. Freitas, ED, Rozoff, CM, Cotton, WR, Dias, PLS, 2007. Brezilya'nın São Paulo metropol alanı üzerinde kış aylarında kentsel ısı adası ve deniz meltemi sirkülasyonlarının etkileşimleri. Bağlı.-Katman Meteorol. 122, 43-65. <https://doi.org/10.1007/s10546-006-9091-3>
48. Frey, O., Hajnsek, I., Wegmuller, U., Werner, CL, 2014. Kentsel alanlarda nokta benzeri saçıcıların SAR tomografi tabanlı 3 boyutlu nokta bulutu çıkarımı, 2014 IEEE Jeoloji ve Uzaktan Algılama Sempozyumu. IGARSS 2014 - 2014 IEEE Uluslararası Jeoloji Bilimi ve Uzaktan Algılama Sempozyumu'nda sunulmuştur, IEEE, Quebec City, QC, s. 1313-1316. Türkçe: <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2014.6946675>
49. Friedl, MA, Sulla-Menashe, D., Tan, B., Schneider, A., Ramankutty, N., Sibley, A., Huang, 168-182.
- Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2009.08.016>
50. Fuller, RA, Gaston, KJ, 2009. Avrupa şehirlerinde yeşil alan kapsamının ölçeklenmesi. Biyol. Lett. 5, 352-355. <https://doi.org/10.1098/rsbl.2009.0010>
51. Geiß, C., Wurm, M., Breunig, M., Felbier, A., Taubenböck, H., 2015. TanDEM-X DSM verilerinin kentsel ortamlarda morfolojik filtrelerle normalleştirilmesi. IEEE Çev. Jeolojik Bilimler. Uzaktan Algılama 53, 4348-4362. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2015.2396195>
52. Geletič, J., Lehnert, M., 2016. Yerel iklim bölgelerinin CBS tabanlı belirlenmesi: Orta ölçekli Orta Avrupa kentleri örneği. Morav. Coğrafya. Temsilci 24, 2-12. <https://doi.org/10.1515/mgr-2016-0012>
53. Gevaert, CM, Persello, C., Sliuzas, R., Vosselman, G., 2017. İHA verilerinden nokta bulutu ve görüntü tabanlı özellikler kullanılarak gayri resmi yerleşim sınıflandırması. ISPRS Dergisi Fotogrametri. Uzaktan Algılama 125, 225-236. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.01.017>
54. Ghaffarian, S., Kerle, N., Filatova, T., 2018. Kentsel afet risk yönetimi için uzaktan algılama tabanlı vekil sunucular ve veri işleme yöntemlerinin incelenmesi. 2018 EGU Genel Kurulu'nda sunuldu.
55. Giordano, S., Bris, AL, Mallet, C., 2017. Arşiv hava görüntülerinin tam otomatik analizinin güncel durumu ve zorlukları, 2017 Ortak Kentsel Uzaktan Algılama Etkinliği (JURSE). 2017 Ortak Kentsel Uzaktan Algılama Etkinliğinde (JURSE) sunuldu, s. 1-4. <https://doi.org/10.1109/JURSE.2017.7924620>
56. Gong Fang-Ying, Zhao-Cheng Zeng, Fan Zhang, Xiaojiang Li, Edward Ng, Leslie K. Norford. Yüksek yoğunluklu kentsel bir ortamda sokak kanyonlarının gökyüzü, ağaç ve bina görünüm faktörlerinin haritalanması. Bina ve Çevre 134 (2018) 155-167. doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.02.042

57. Goodwin, NR, Coops, NC, Tooke, TR, Christen, A., Voogt, JA, 2009. Havadan lidar teknolojisiyle kentsel yüzey örtüsünün ve yapısının karakterizasyonu. Olabilmek. J. Uzaktan Algılama. 35, 297–309. <https://doi.org/10.5589/m09-015>
58. Grekousis, G., Mountrakis, G., Kavouras, M., 2015. 21 küresel ve 43 bölgesel arazi örtüsü haritalama ürününe genel bakış. Uluslararası J. Uzaktan Algılama. 36, 5309–5335. <https://doi.org/10.1080/01431161.2015.1093195>
59. Grimmond, CSB, Blackett, M., Best, MJ, Baik, J.-J., Belcher, SE, Beringer, J., Bohnenstengel, SI, Calmet, I., Chen, F., Coutts, A., Dandou, A., Fortuniak, K., Gouvea, ML, Hamdi, R., Hendry, M., Kanda, M., Kawai, T., Kawamoto, Y., Kondo, H., Krayenhoff, ES, Lee, S.-H., Loridan, T., Martilli, A., Masson, V., Miao, S., Oleson, K., Ooka, R., Pigeon, G., Porson, A., Ryu, Y.-H., Salamanca, F., Steeneveld, GJ, Tombrou, M., Voogt, JA, Young, DT, Zhang, N., 2011. Uluslararası kentsel enerji dengesi modeli karşılaştırmasının 2. Aşamasından ilk sonuçlar. Uluslararası J. Klimatol. 31, 244–272. <https://doi.org/10.1002/joc.2227>
60. Grimmond, CSB, Blackett, M., En İyi, MJ, Barlow, J., Baik, J.-J., Belcher, SE, Bohnenstengel, SI, Calmet, I., Chen, F., Dandou, A., Fortuniak, K., Gouvea, ML, Hamdi, R., Hendry, M., Kawai, T., Kawamoto, Y., Kondo, H., Krayenhoff, ES, Lee, S.-H., Loridan, T., Martilli, A., Masson, V., Miao, S., Oleson, K., Pigeon, G., Porson, A., Ryu, Y.-H., Salamanca, F., Shashua-Bar, L., Steeneveld, G.-J., Tombrou, M., Voogt, J., Young, D., Zhang, N., 2010. Uluslararası kentsel enerji dengesi modelleri karşılaştırma projesi: Aşama 1'in ilk sonuçları. J. Appl. Meteoroloji. Klimatol. 49, 1268–1292. Türkçe: <https://doi.org/10.1175/2010JAMC2354.1>
61. Grimmond, CSB, Oke, TR, 1999. Yüzey formunun analizinden elde edilen kentsel alanların aerodinamik özellikleri. J. Başvurusu Meteoroloji. 38, 1262–1292. [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1999\)038<1262:APOUAD>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1999)038<1262:APOUAD>2.0.CO;2)
62. Gröger, G., Plümer, L., 2012. CityGML – Birlikte çalışabilen anlamsal 3 boyutlu şehir modelleri. ISPRS Dergisi Fotogrametri. Uzaktan Algılama 71, 12–33. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2012.04.004>
63. Haklay, M., 2010. Gönüllü coğrafi bilgi ne kadar iyidir? OpenStreetMap ve Ordnance Survey veri kümelerinin karşılaştırmalı çalışması. Yaklaşık olarak. Planla. B Planı. Onun. 37, 682–703. <https://doi.org/10.1068/b35097>
64. Hamdi, R., Masson, V., 2008. Kent Enerji Dengesi (TEB) şemasına bir sürükleme yaklaşımının dahil edilmesi: bir sokak kanyonunda çevrimdışı 1D değerlendirmesi. J. Başvurusu Meteoroloji. Klimatol. 47, 2627–2644. Türkçe: <https://doi.org/10.1175/2008JAMC1865.1>
65. Heiden, U., Segl, K., Roessner, S., Kaufmann, H., 2007. Hiperspektral uzaktan algılama verilerinde kentsel yüzey malzemelerinin tanımlanması için sağlam spektral özelliklerin belirlenmesi. Uzaktan Algılama. Yaklaşık. 111, 537–552. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2007.04.008>
66. Heiple, S., Sailor, DJ, 2008. Bina enerji simülasyonu ve coğrafi modelleme tekniklerinin kullanımıyla yüksek çözünürlüklü bina sektörü enerji tüketim profillerinin belirlenmesi. Enerji İnşası. 40, 1426–1436. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2008.01.005>
67. Heldens, W., Heiden, U., Esch, T., Mueller, A., Dech, S., 2017. Uzaktan algılama tabanlı yüzey bilgilerinin üç boyutlu bir mikro iklim modeline entegrasyonu. ISPRS Dergisi Fotogrametri. Uzaktan Algılama 125, 106–124. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.01.009>
68. Herold, M., Liu, X., Clarke, KC, 2003. Kentsel arazi kullanımının haritalanması için mekansal ölçümler ve görüntü dokusu. Fotogram. İng. Uzaktan Algılama 69, 991–1001.
69. Hidalgo, J., Dumas, G., Masson, V., Petit, G., Betchtel, B., Bocher, E., Foley, M., Schoetter, R., Mills, G., 2019. İdari veri kümelerinden ve uydu gözlemlerinden türetilen Yerel İklim Bölgeleri haritaları arasındaki karşılaştırma. Şehir Kliması. Basında.
70. Hidalgo, J., Lemonsu, A., Masson, V., 2018. Kentsel iklim disiplinlerarası çalışmalarında ilerleme ve engeller ile topluma bilgi aktarımı arasında: Kentsel iklim disiplinlerarası çalışmaları. Anne. NY Akademisi Bilim. <https://doi.org/10.1111/nyas.13986>
71. Hirschmüller, H., Scholten, F., Hirzinger, G., 2005. Havadan süpürge kamerası (HRSC) ile büyük kentsel alanların stereo görüşe dayalı yeniden inşası, Kropatsch, WG, Sablatnig, R.,

Hanbury, A. (Ed.), *Desen Tanıma, Bilgisayar Bilimlerinde Ders Notları*. Springer Berlin Heidelberg, s. 58–66.

72. Hogan, RJ, 2018. Radyasyon transferi uygulamalarında kullanılmak üzere kentsel geometrinin üstel bir modeli. *Bağlı.-Katman Meteorol.* <https://doi.org/10.1007/s10546-018-0409-8>
73. Hosoi, F., Omasa, K., 2006. Yüksek çözünürlüklü taşınabilir tarama lidar kullanılarak yaprak alanı yoğunluğunun tahmini için bireysel ağaçların voksel tabanlı 3 boyutlu modellemesi. *IEEE Çev. Jeoloji. Uzaktan Algılama* 44, 3610–3618. <https://doi.org/10.1109/TGRS.2006.881743>
74. Houet, T., Pigeon, G., 2011. Kentsel iklim bölgelerinin haritalanması ve iklim davranışlarının nicelleştirilmesi - Toulouse kentsel alanına (Fransa) ilişkin bir uygulama. *Yaklaşık olarak. Kirlenmek. Havlayan Essex* 1987 159, 2180–2192. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2010.12.027>
75. IGN, 2018. BD-TOPO. Sürüm 2.1. Bağlantı adresi: <http://professionnels.ign.fr/bdtopo/>.
76. Iovan, C., Boldo, D., Cord, M., 2008. Yüksek çözünürlüklü hava görüntülerinden kentsel bitki örtüsü alanlarında tespit, karakterizasyon ve modelleme. *IEEE J. Sel. Tepe. Uygulama Dünya Gözlemevi Uzaktan Algılama* 1, 206–213. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2008.2007514>
77. Jackson, TL, Feddema, JJ, Oleson, KW, Bonan, GB, Bauer, JT, 2010. Küresel iklim modellemesi için kentsel özelliklerin parametrelendirilmesi. *Anne. Doç. Ben. Coğrafya.* 100, 848–865. <https://doi.org/10.1080/00045608.2010.497328>
78. Jakobsson, A., 2012. Avrupa Konum Çerçevesi Beyaz Bülteni v1.0. Bağlantı adresi: <http://www.elfproject.eu/sites/default/files/ELF%20White%20Paper.pdf>.
79. Jantz, CA, Goetz, SJ, Shelley, MK, 2004. Baltimore-Washington Metropol Alanı'ndaki kentsel arazi kullanımına ilişkin gelecekteki politika senaryolarının etkilerini simüle etmek için Sleuth kentsel büyüme modelinin kullanılması. *Yaklaşık olarak. Planla. B Planı. Onun.* 31, 251–271. <https://doi.org/10.1068/b2983>
80. Jensen, RR, Hardin, PJ, 2005. Saha ölçümleri ve uydu uzaktan algılama verilerini kullanarak kentsel yaprak alanı endeksinin tahmini. *J. Arborik.* 31, 21–27.
81. Joe, P., Belair, S., Bernier, N. b., Bouchet, V., Brook, JR, Brunet, D., Burrows, W., Charland, J.-P., Dehghan, A., Driedger, N., Duhaime, C., Evans, G., Fillion, A.-B., Frenette, R., de Grandpré, J., Gultepe, I., Henderson, D., Herdt, A., Hilker, N., Huang, L., Hung, E., Isaac, G., Jeong, C.-H., Johnston, D., Klaassen, J., Leroyer, S., Lin, H., MacDonald, M., MacPhee, J., Mariani, Z., Munoz, T., Reid, J., Robichaud, A., Rochon, Y., Shairsingh, K., Sills, D., Spacek, L., Stroud, C., Su, Y., Taylor, N., Vanos, J., Voogt, J., Wang, JM, Wiechers, T., Wren, S., Yang, H., Yip, T., 2017. Çevre Kanada Pan ve Parapan Amerikan Bilim Sergileme Projesi. *Boğa. Ben. Meteoroloji. Sosyal.* 99, 921–953. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-16-0162.1>
82. Jutzi, B., Stilla, U., 2003. Kentsel nesnelerin yeniden yapılandırılması ve sınıflandırılması için lazer darbe analizi. *Uluslararası Mimar. Fotogram. Uzaktan Algılama Tükürüğü Bilg. Bilim.* 34, 151–156.
83. Kastner-Klein, P., Fedorovich, E., Rotach, MW, 2001: Kentsel sokak kanyonlarındaki düzenli ve türbülanslı hava hareketlerinin bir rüzgar tüneli çalışması, *Rüzgar Mühendisliği ve Endüstriyel Aerodinamik Dergisi*, 89 (9), 849-861, [https://doi.org/10.1016/S0167-6105\(01\)00074-5](https://doi.org/10.1016/S0167-6105(01)00074-5).
84. Khalifa A., M. Marchetti, L. Bouilloud, E. Martin, M. Bues ve K. Chancibaut, 2016: TEB modeli ile kış aylarında kentsel yol yüzey sıcaklığı simülasyonlarında trafiğin antropik enerji akışının hesaba katılması, *Geosci. Model Geliştirme*, 9, 547–565, doi:10.5194/gmd-9-547-2016
85. Kikegawa, Y., Genchi, Y., Yoshikado, H., Kondo, H., 2003. Kentsel ısınmaya karşı önlemlerin ve bunların kentsel binaların enerji talepleri üzerindeki etkilerinin kapsamlı değerlendirilmesine yönelik sayısal bir simülasyon sisteminin geliştirilmesi. *Uygulama Enerji* 76, 449–466. [https://doi.org/10.1016/S0306-2619\(03\)00009-6](https://doi.org/10.1016/S0306-2619(03)00009-6)
86. Kohler, M., Blond, N., Clappier, A., 2016. Strazburg Eurometropolis'inde (Fransa) bina alanı ısıtma enerjisi taleplerini değerlendirmek için şehir ölçeğinde bir derece-gün yöntemi. *Uygulama Enerji* 184, 40–54. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2016.09.075>
87. Kotharkar, R., Bagade, A., 2018. Hindistan şehirleri için yerel iklim bölgesi sınıflandırması: Nagpur'da bir vaka çalışması. *Şehir Kliması.* 24, 369–392. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.03.003>

88. Krayenhoff, ES, Santiago, J.-L., Martilli, A., Christen, A., Oke, TR, 2015. Ağaçlı kentsel mahalleler için sürüklenme ve türbülansın parametrelendirilmesi. *Bağlı.-Katman Meteorol.* 156, 157–189. <https://doi.org/10.1007/s10546-015-0028-6>
89. Kunze, C., Hecht, R., 2015. Konut birimleri ve nüfus haritalamalarını iyileştirmek için gönüllü coğrafi bilgilerle bina verilerinin anlamsal zenginleştirilmesi. *Bilgisayar. Yaklaşık olarak. Kentsel Sistemler, Gönüllü Coğrafi Bilgi Özel Sayısı* 53, 4–18. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2015.04.002>
90. Kusaka, H., Kondo, H., Kikegawa, Y., Kimura, F., 2001. Atmosferik modeller için basit tek katmanlı kentsel kanopi modeli: Çok katmanlı ve levha modellerle karşılaştırma. *Bağlı.-Katman Meteorol.* 101, 329–358. <https://doi.org/10.1023/A:1019207923078>
91. Lalic, B., Mihailovic, DT, 2004. Çevresel modelleme için orman içindeki yaprak alanı yoğunluğunu tanımlayan ampirik bir ilişki. *J. Başvurusu Meteoroloji.* 43, 641–645. Türkçe: [https://doi.org/10.1175/1520-0450\(2004\)043<0641:AERDLD>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(2004)043<0641:AERDLD>2.0.CO;2)
92. Lao, J., Bocher, E., Petit, G., Palominos, S., Le Saux, E., Masson, V., 2018. OpenStreetMap kentsel iklim çalışmaları için uygun mu? İsviçre, Lugano'daki OGRS2018 (Açık Kaynaklı Coğrafi Bilgi Araştırma ve Eğitim Sempozyumu 2018)'de sunulmuştur.
93. Larosa, F., Perrels, A., 2018. Mevcut İklim Hizmetlerinin Mevcut Kaynaklarının ve Kalite Güvencesinin Değerlendirilmesi, H2020 projesi EU-MACS Çıktısı 1.2. Bağlantı adresi: http://eumacs.eu/wp-content/uploads/2017/07/EUMACS_D12_revision.pdf.
94. Leconte, F., Bouyer, J., Claverie, R., Pétrissans, M., 2017. Mobil ölçümler ve bir soğutma göstergesi kullanılarak ilçelerdeki gece hava sıcaklığının analizi. *Teori. Uygulama Klimatol.* 130, 365–376. <https://doi.org/10.1007/s00704-016-1886-7>
95. Lee, S.-H., Park, S.-U., 2008. Meteorolojik ve çevresel modelleme için bitki örtülü kentsel gölgelik modeli. *Bağlı.-Katman Meteorol.* 126, 73–102. <https://doi.org/10.1007/s10546-007-9221-6>
96. Lefebvre, A., Corpetti, T., Nabucet, J., Hubert-Moy, L., 2017. Çok açılı Ülker takımyıldızı görüntüleriyle kentsel bitki örtüsünün çıkarılması, 2017 Ortak Kentsel Uzaktan Algılama Etkinliği'nde (JURSE). 2017 Ortak Kentsel Uzaktan Algılama Etkinliğinde (JURSE) sunuldu, s. 1–4. <https://doi.org/10.1109/JURSE.2017.7924624>
97. Lemonsu, A., Masson, V., Shashua-Bar, L., Erell, E., Pearlmutter, D., 2012. Kentsel yeşil alanların modellenmesi için Kent Enerji Dengesi modeline bitki örtüsünün dahil edilmesi. *Jeolojik Bilimler. Model Geliştirme* 5, 1377–1393. <https://doi.org/10.5194/gmd-5-1377-2012>
98. Li, M., Beurs, KM de, Stein, A., Bijker, W., 2017. VHR stereo görüntülerinden kentsel arazi kullanımının Bayes sınıflandırması için açık kaynaklı verilerin dahil edilmesi. *IEEE J. Sel. Tepe. Uygulama Dünya Gözlemevi Uzaktan Algılama* 10, 4930–4943. <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2017.2737702>
99. Li, X., Zhang, C., Li, W., Ricard, R., Meng, Q., Zhang, W., 2015. Google Sokak Görünümü ve değiştirilmiş yeşil görünüm endeksi kullanılarak sokak seviyesindeki kentsel yeşil alanın değerlendirilmesi. *Kentsel İçin. Kentsel Yeşil.* 14, 675–685. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2015.06.006>
100. Liang, J., Gong, J., Sun, J., Zhou, J., Li, W., Li, Y., Liu, J., Shen, S., 2017. Sokak Görünümü fotoğraflarından otomatik gökyüzü görünümü faktörü tahmini—Büyük veri yaklaşımı. *Uzaktan Algılama* 9, 411. <https://doi.org/10.3390/rs9050411>
101. Lindberg, F., 2007. Yerel bir hükümet coğrafi veritabanını kullanarak kentsel iklimin modellenmesi. *Meteoroloji. Uygulama* 14, 263–273. <https://doi.org/10.1002/met.29>
102. Loga, T., Stein, B., Diefenbach, N., 2016. 20 Avrupa ülkesinde TABULA bina tipolojileri —Konut bina stoklarının enerjiyle ilgili özelliklerinin karşılaştırılabilir hale getirilmesi. *Enerji İnşası, Enerji açısından verimli bir Avrupa konut stoğuna doğru: izleme, haritalama ve modelleme, iyileştirme süreçleri* 132, 4–12. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.06.094>
103. Lu, D., Weng, Q., 2007. Görüntü sınıflandırma yöntemleri ve tekniklerine ilişkin bir araştırma sınıflandırma performansının iyileştirilmesi. *Uluslararası J. Uzaktan Algılama.* 28, 823–870. <https://doi.org/10.1080/01431160600746456>

104. Lu, D., Weng, Q., 2006. Kentsel arazi kullanım sınıflandırmasında geçirimsiz yüzey kullanımı. *Uzaktan Algılama*. Yaklaşık. 102, 146–160. <https://doi.org/10.1016/j.rse.2006.02.010>
105. Lu, Y., Coops, NC, Hermosilla, T., 2017. Landsat zaman serisi verilerini kullanarak Pasifik Okyanusu'ndaki 25 şehirde kentsel bitki örtüsü oranının tahmini. *ISPRS Dergisi Fotogrametri. Uzaktan Algılama* 126, 11–23. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2016.12.014>
106. Ma, L., Li, M., Ma, X., Cheng, L., Du, P., Liu, Y., 2017. Denetlenen nesne tabanlı arazi örtüsü görüntü sınıflandırmasının bir incelemesi. *ISPRS Dergisi Fotogrametri. Uzaktan Algılama* 130, 277–293. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2017.06.001>
107. Marconcini, M., Marmanis, D., Esch, T., Felbier, A., 2014. TanDEM-X Verilerini Kullanarak Bina Yüksekliğini Tahmin Etmek İçin Yeni Bir Yöntem - Çin'in Dongying Örneği. Kanada, Quebec'te düzenlenen IGARSS 2014 / 35. CSRS'de sunuldu.
108. Markkanen, T., Rannik, Ü., Marcolla, B., Cescatti, A., Vesala, T., 2003. Farklı yapı ve yoğunluktaki orman kanopileri üzerindeki akışlar için ayak izleri ve getirmeler. *Bağlı.-Katman Meteorol.* 106, 437–459. <https://doi.org/10.1023/A:1021261606719>
109. Maronga, B., Groß, G., Raasch, S., Banzhaf, S., Forkel, R., Heldens, W., Matzarakis, A., Mauder, M., Pavlik, D., Pfafferott, J., Schubert, S., Seckmeyer, G., Sieker, H., Trusilova, K., 2019a. PALM modeline dayalı yeni bir kentsel iklim modelinin geliştirilmesi - Proje özeti, planlanan çalışmalar ve ilk başarılar. *Meteoroloji. Z.*, 28(2)105 - 119. <https://doi.org/10.1127/metz/2019/0909>.
110. Maronga, B., Gryschka, M., Heinze, R., Hoffmann, F., Kanani-Sühring, F., Keck, M., Ketelsen, K., Letzel, MO, Sühring, M., Raasch, S., 2015. Atmosferik ve okyanus akışları için Paralleştirilmiş Büyük Girdap Simülasyon Modeli (PALM) sürüm 4.0: model formülasyonu, son gelişmeler ve gelecek perspektifleri. *Jeoloji. Model Geliştirme* 8, 2515–2551. <https://doi.org/10.5194/gmd-8-2515-2015>
111. Maronga, B., Banzhaf, S., Burmeister, C., Esch, T., Forkel, R., Fröhlich, D., Fuka, V., Gehrke, KF, Geletic, J., Giersch, S., Gronemeier, T., Groß, G., Heldens, W., Hellsten, A., Hoffmann, F., Inagaki, A., Kadasch, E., Kanani-Sühring, F., Ketelsen, K., Khan, BA, Knigge, C., Knoop, H., Krc, P., Kurppa, M., Maamari, H., Matzarakis, A., Mauder, M., Pallasch, M., Pavlik, D., Pfafferott, J., Resler, J., Rissmann, S., Russo, E., Salim, M., Schrempf, M., Schwenkel, J., Seckmeyer, G., Schubert, S., Sühring, M., von Tils, R., Vollmer, L., Ward, S., Witha, B., Wurps, H., Zeidler, J. ve Raasch, S., 2019b: PALM model sistemi 6.0'a genel bakış, *Geosci. Model Geliştirme Tartışın.*, <https://doi.org/10.5194/gmd-2019-103>
112. Martilli, A., Clappier, A., Rotach, MW, 2002. Mezokala modeller için kentsel yüzey değişim parametrelendirmesi. *Bağlı.-Katman Meteorol.* 104, 261–304. <https://doi.org/10.1023/A:1016099921195>
113. Masson, V., 2006. Kentsel yüzey modellemesi ve şehirlerin mezo ölçekli etkisi. *Teori. Uygulama Klimatol.* 84, 35–45. <https://doi.org/10.1007/s00704-005-0142-3>
114. Masson, V., 2000. Atmosferik modellerde kentsel enerji bütçesi için fiziksel tabanlı bir şema. *Bound.-LayerMeteorol.* 94, 357–397. <https://doi.org/10.1023/A:1002463829265>
115. Masson, V., Champeaux, J.-L., Chauvin, F., Meriguet, C., Lacaze, R., 2003. Küresel bir Meteoroloji ve iklim modellerinde 1 km çözünürlükte kara yüzey parametrelerinin veritabanı. *J. Tırmanış.* 16, 1261–1282. <https://doi.org/10.1175/1520-0442-16.9.1261>
116. Maxwell, AE, Warner, TA, Fang, F., 2018. Uzaktan algılamada makine öğrenimi sınıflandırmasının uygulanması: uygulamalı bir inceleme. *Uluslararası J. Uzaktan Algılama.* 39, 2784–2817. <https://doi.org/10.1080/01431161.2018.1433343>
117. Mhedhbi, Z., Masson V., Haoues-Jouve, S., Hidalgo, J., 2019, Facebook sosyal ağı kullanılarak kitle kaynak kullanımıyla rafine mimari parametrelerin toplanması: Büyük Tunus örneği, *Kentsel İklim*, 29, Makale 100468, doi:[10.1016/j.uclim.2019.100499](https://doi.org/10.1016/j.uclim.2019.100499)

118. Middel A., J. Lukasczykb, S. Zakrzewskib, M. Arnoldc, R. Maciejewskid 2019, Sokak kanyonlarının kentsel formu ve kompozisyonu: İnsan merkezli büyük veri ve derin öğrenme yaklaşımı, *Peyzaj ve Şehir Planlama* 183, 122–132
119. Middel A., J. Lukasczykb, R. Maciejewskic, M. Demuzered, M. Rothe, 2018, Kentsel iklim modellemesi için Sky View Factor ayak izleri, *Kentsel İklim* 25, 120–13
120. MIT Akıllı Şehir Laboratuvarı, 2018. Treepedia. Bağlantı adresi: <http://senseable.mit.edu/treepedia>.
121. Mooney, P., Minghini, M., 2017. OpenStreetMap verilerinin bir incelemesi, Foody, GM, Bkz. L., Fritz, S., Fonte, CC, Mooney, P., Olteanu-Raimond, A.-M., Antoniou, V. (Eds.), *Mapping and the Citizen Sensor*. Ubiquity Press, Londra, İngiltere, s. 37–59.
122. Noilhan, J., 1981. Bir binanın yüzeylerindeki net toplam radyasyon akısı için bir model. İnşa etmek. Yaklaşık olarak. 16, 259–266. [https://doi.org/10.1016/0360-1323\(81\)90004-4](https://doi.org/10.1016/0360-1323(81)90004-4)
123. Ohashi, Y., Genchi, Y., Kondo, H., Kikegawa, Y., Yoshikado, H., Hirano, Y., 2007. Yaz aylarında Tokyo'da klima atık ısısının hava sıcaklığına etkisi: Kentsel gölgelik modeli ile bina enerji modelinin bir arada kullanıldığı sayısal deneyler. J. Başvurusu Meteoroloji. *Klimatol.* 46, 66–81. <https://doi.org/10.1175/JAM2441.1>
124. Oke, TR, Mills, G., Christen, A., Voogt, JA, 2017. Kentsel İklimler. Cambridge University Press, Cambridge, İngiltere. <https://doi.org/10.1017/9781139016476>
125. Olbricht, R., 2015. OpenStreetMap'te küçük mekansal bölgeler için veri alma, şurada: Jokar Arsanjani, J., Zipf, A., Mooney, P., Helbich, M. (Ed.), *CBS Biliminde OpenStreetMap, Coğrafi Bilgi ve Kartografya Ders Notları*. Springer Uluslararası Yayıncılık, Cham, s. 101–122.
126. Oleson, KW, Bonan, GB, Feddema, J., Jackson, T., 2011. Küresel iklim modelinde kentsel ısı adası özelliklerinin incelenmesi. *Uluslararası J. Klimatol.* 31, 1848–1865. <https://doi.org/10.1002/joc.2201>
127. Oleson, KW, Bonan, GB, Feddema, J., Vertenstein, M., 2008. Küresel İklim Modeli için Kentsel Parametreleştirme. Bölüm II: Çevrimdışı Simülasyonlarda Giriş Parametrelerine Duyarlılık ve Simüle Edilen Kentsel Isı Adası. J. Başvurusu Meteoroloji. *Klimatol.* 47, 1061–1076. Türkçe: <https://doi.org/10.1175/2007JAMC1598.1>
128. Olteanu-Raimond, A.-M., Jolivet, L., Van Damme, M.-D., Royer, T., Fraval, L., Bkz., L., Sturn, T., Karner, M., Moorthy, I., Fritz, S., 2018. Ulusal Haritalama Ajansı'nda vatandaş ve toplum bilimini arazi örtüsü, arazi kullanımı ve arazi değişikliği tespit süreçlerine entegre etmek için deneysel bir çerçeve. *Arazi* 7, 103. <https://doi.org/10.3390/land7030103>
129. Ouerghemmi, W., Gadal, S., Mozgeris, G., 2018. Hiperspektral görüntüleme ve spektral kütüphane kullanılarak kentsel bitki örtüsü haritalaması, IGARSS 2018 - 2018 IEEE Uluslararası Jeoloji ve Uzaktan Algılama Sempozyumu. IGARSS 2018 - 2018 IEEE Uluslararası Jeoloji Bilimi ve Uzaktan Algılama Sempozyumu'nda sunulmuştur, IEEE, Valensiya, İspanya, s. 1632–1635. Türkçe: <https://doi.org/10.1109/IGARSS.2018.8518893>
130. Over, M., Schilling, A., Neubauer, S., Zipf, A., 2010. OpenStreetMap'ten Web Tabanlı 3B Şehir Modellerinin Oluşturulması: Almanya'daki Mevcut Durum. *Bilgisayar. Yaklaşık olarak. Kentsel Sis.* 34, 496–507. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2010.05.001>
131. Pesaresi, M., Ehrlich, D., Ferri, S., Florczyk, A., Carneiro Freire Sergio, M., Halkia, S., Julea Andreea, M., Kemper, T., Soille, P., Syrris, V., 2016. 1975, 1990, 2000 ve 2014 dönemlerine ait Landsat verilerinden Küresel İnsan Yerleşimi Katmanının üretilmesine ilişkin işletme prosedürü (EUR - Bilimsel ve Teknik Araştırma Raporları). Avrupa Birliği Yayın Ofisi. <https://doi.org/10.2788/253582> (çevrimiçi)
132. Pesaresi, M., Huadong, G., Blaes, X., Ehrlich, D., Ferri, S., Gueguen, L., Halkia, M., Kauffmann, M., Kemper, T., Lu, L., Marin-Herrera, MA, Ouzounis, GK, Scavazzon, M., Soille, P., Syrris, V., Zanchetta, L., 2013. Optik HR/VHR RS verilerinden Küresel İnsan Yerleşim Katmanı: Konsept ve ilk sonuçlar. *IEEE J. Sel. Tepe. Uygulama Dünya Gözlemevi Uzaktan Algılama* 6, 2102–2131. Türkçe: <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2013.2271445>

133. Güvercin, G., Legain, D., Durand, P., Masson, V., 2007. Eski bir Avrupa aglomerasyonunda (Toulouse, Fransa) antropojenik ısı salınımı. *Uluslararası J. Klimatol.* 27, 1969–1981. <https://doi.org/10.1002/joc.1530>
134. Pigeon, G., Zibouche, K., Bueno, B., Le Bras, J., Masson, V., 2014. Güncel bina enerji simülasyon algoritmalarıyla Kent Enerji Dengesi modelinin yeteneklerinin iyileştirilmesi: Paris'teki bir dizi temsili binaya uygulama. *Enerji İnşası.* 76, 1–14. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2013.10.038>
135. RAGE, 2012. Mevcut konut stokunun detaylı analizi. Fransızca rapor. Bağlantı adresi: <http://www.reglesdelart-grenelle-environnement-2012.fr/regles-de-lart/detail/rapport-2012-analyse-detaillee-du-parc-residentiel-existant.html>.
136. Reinartz, P., D'Angelo, P., Krauss, T., Poli, D., Jacobsen, K., Buyuksalih, G., 2017. Yüksek ve çok yüksek çözünürlüklü optik stereo uydu verilerinden üretilen DEM'in kıyaslaması ve kalite analizi. <https://doi.org/10.15488/1121>
137. Resler, J., Krč, P., Belda, M., Juruš, P., Benešová, N., Lopata, J., Vlček, O., Damašková, D., Eben, K., Derbek, P., Maronga, B., Kanani-Sühring, F., 2017. PALM-USM v1.0: PALM büyük girdap simülasyon modeline entegre edilmiş yeni bir kentsel yüzey modeli. *Jeoloji. Model Geliştirme* 10, 3635–3659. <https://doi.org/10.5194/gmd-10-3635-2017>
138. Ridd, MK, 1995. Uzaktan algılama yoluyla kentsel ekosistem analizi için bir VIS (bitki örtüsüne dayanlı yüzey toprağı) modelinin araştırılması: şehirler için karşılaştırmalı anatomi. *Uluslararası J. Uzaktan Algılama.* 16, 2165–2185. <https://doi.org/10.1080/01431169508954549>
139. Rosser, JF, Boyd, DS, Long, G., Zakhary, S., Mao, Y., Robinson, D., 2019. Harita verilerinden konut binası yaşının tahmini. *Bilgisayar. Yaklaşık olarak. Kentsel Sis.* 73, 56–67. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2018.08.004>
140. Denizci, DJ, Georgescu, M., Milne, JM, Hart, MA, 2015. Ulusal bir Uluslararası şehirler için ekstrapolasyonlu antropojenik ısınma veritabanı. *Atmosferik Çevre*, 118, 7–18.
141. Sailor, DJ, 2011. Kentsel çevrede antropojenik ısı ve nem emisyonlarının tahmin edilmesine yönelik yöntemlerin incelenmesi. *Uluslararası J. Klimatol.* 31, 189–199. <https://doi.org/10.1002/joc.2106>
142. Salamanca, F., Krpo, A., Martilli, A., Clappier, A., 2009. Yeni bir bina enerji modeli Kentsel iklim simülasyonları için kentsel gölgelik parametrelendirmesiyle birlikte - Bölüm I. Modelin formülasyonu, doğrulanması ve hassasiyet analizi. *Teori. Uygulama Klimatol.* 99, 331. <https://doi.org/10.1007/s00704-009-0142-9>
143. Salim, MH, Schlünzen, KH, Grawe, D., Boettcher, M., Gierisch, AMU, Fock, BH, 2018. Mikro ölçekli engel çözücü meteorolojik model MITRAS v2.0: model teorisi. *Jeolojik Bilimler. Model Geliştirme* 11, 3427–3445. <https://doi.org/10.5194/gmd-11-3427-2018>
144. Salmond, JA, Williams, DE, Laing, G., Kingham, S., Dirks, K., Longley, I., Henshaw, GS, 2013. Bir sokak kanyonunda bitki örtüsünün kirleticilerin yatay ve dikey dağılımına etkisi. *Bilim. Toplam Yaklaşık.* 443, 287–298. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2012.10.101>
145. Samsonov, TE, Konstantinov, PI, Varentsov, MI, 2015. Kentsel kanyon analizine nesne yönelimli yaklaşım ve meteorolojik modellemedeki uygulamaları. *Şehir Kliması.* 13, 122–139. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2015.07.007>
146. Santamouris, M., 2014. Şehirlerin soğutulması – Kentsel ortamlarda ısı adasıyla mücadele ve konforu artırmak için yansıtıcı ve yeşil çatı azaltma teknolojilerinin incelenmesi. *Zemin. Enerji* 103, 682–703. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.solener.2012.07.003>
147. Santamouris, M., Cartalis, C., Synnefa, A., Kolokotsa, D., 2015. Kentsel ısı adası ve küresel ısınmanın binaların güç talebi ve elektrik tüketimi üzerindeki etkisi üzerine—Bir inceleme. *Enerji İnşası, Yenilenebilir Enerji Kaynakları ve Sağlıklı Binalar* 98, 119–124. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2014.09.052>

148. Santiago, JL, Martilli, A., 2010. Hesaplamalı akışkanlar dinamiği Reynolds-ortalama Navier-Stokes mikroölçek simülasyonlarına dayalı mezo ölçekli modeller için dinamik bir kentsel gölgelik parametrelendirilmesi. *Sınırlı-Katman Meteorol.* 137, 417-439. <https://doi.org/10.1007/s10546-010-9538-4>
149. Santiago, JL, Martilli, A., F. Martin, 2017: Mikro Ölçekte Bitki Örtüsünde Atmosferik Kirleticilerin Kuru Birikim Modellemesi Üzerine: Sokak Bitki Örtüsünün Hava Kalitesi Üzerindeki Etkisine Uygulama, *Bağlı Katman Meteorol.*, 162(3), 451-474
150. Schoetter, R., Masson, V., Bourgeois, A., Pellegrino, M., Lévy, J.-P., 2017. Kent Enerji Dengesi'nde (SURFEX-TEB v. 8.2) bina enerji tüketimine ilişkin insan davranış çeşitliliğinin parametrelendirilmesi. *Jeoloji. Model Geliştirme* 10, 2801-2831. <https://doi.org/10.5194/gmd-10-2801-2017>
151. Schubert, S., Grossman-Clarke, S., Martilli, A., 2012. Çok katmanlı kentsel kanopi modelleri için çift kanyon radyasyon şeması. *Bağlı.-Katman Meteorol.* 145, 439-468. <https://doi.org/10.1007/s10546-012-9728-3>
152. Seiferling, I., Naik, N., Ratti, C., Proulx, R., 2017. Yeşil sokaklar – Sokak seviyesindeki görüntüler ve bilgisayarlı görüşle kentsel ağaçların niceliksel olarak belirlenmesi ve haritalanması. *Peyzaj. Şehir Planı.* 165, 93-101. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2017.05.010>
153. Seity, Y., Brousseau, P., Malardel, S., Hello, G., Bénard, P., Bouttier, F., Lac, C., Masson, V., 2011. AROME-Fransa konvektif ölçekli operasyonel model. *Benim. Hava Durumu Rev.* 139, 976-991. Türkçe: <https://doi.org/10.1175/2010MWR3425.1>
154. Shashua-Bar, L., Hoffman, ME, 2000. Kentsel bir sokağın tasarımında iklimsel bir bileşen olarak bitki örtüsü: Ağaçlarla kaplı kentsel yeşil alanların soğutma etkisini tahmin etmek için ampirik bir model. *Enerji İnşası.* 31, 221-235. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(99\)00018-3](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(99)00018-3)
155. Shelton, B., Karakiewicz, J., Kvan, T., 2011. Hong Kong'un Oluşumu: Dikey Volumetrik, 1. baskı. ed. Routledge, Londra; New York.
156. Shepherd, JM, 2005. Kentsel kaynaklı yağışlara ilişkin güncel araştırmaların Ve geleceğe yönelik önerilerinin incelenmesi. *Dünya Etkileşimi.* 9, 1-27. <https://doi.org/10.1175/EI156.1>
157. Sirmacek, B., Taubenbock, H., Reinartz, P., Ehlers, M., 2012. Hava ve uzay sensörlerinden altı farklı DSM'nin 3 boyutlu şehir modeli üretimi için performans değerlendirmesi. *IEEE J. Sel. Tepe. Uygulama Dünya Gözlemevi Uzaktan Algılama* 5, 59-70. Türkçe: <https://doi.org/10.1109/JSTARS.2011.2178399>
158. Spyrtatos, S., Stathakis, D., Lutz, M., Tsinaraki, C., 2017. Foursquare yer verilerini kullanma yapı taşı kullanımının tahmin edilmesi için. Yaklaşık olarak. *Planla. B Kentsel Anal. Şehir Bilimi.* 44, 693-717. <https://doi.org/10.1177/0265813516637607>
159. Steiniger, S., 2006. Ayırıştırıcı analiz kullanılarak haritalama amaçları doğrultusunda kentsel yapıların sınıflandırılması, Steiniger, Stefan (2006). *Ayrımcı Analiz Kullanılarak Haritalama Amaçlı Kentsel Yapıların Sınıflandırılması.* İçinde: GISRUK 2006, Nottingham (İngiltere), 5 Nisan 2006 - 7 Nisan 2006, Çevrimiçi. GISRUK 2006, Nottingham, İngiltere, s. çevrimiçi. <https://doi.org/info:doi/10.5167/uzh-77840>
160. Stewart, ID, Oke, TR, 2012. Kentsel Sıcaklık Çalışmaları İçin Yerel İklim Bölgeleri. *Boğa. Ben. Meteoroloji. Sosyal.* 93, 1879-1900. <https://doi.org/10.1175/BAMS-D-11-00019.1>
161. Stoter, J., Roensdorf, C., Home, R., Capstick, D., Streilein, A., Kellenberger, T., Bayers, E., Kane, P., Dorsch, J., Woźniak, P., Lysell, G., Lithen, T., Bucher, B., Paparoditis, N., Ilves, R., 2015. Ulusal kapsamlı 3B modelleme: Araştırma ve uygulama arasındaki boşluğu kapatmak, Breunig, M., Al-Doori, M., Butwilowski, E., Kuper, PV, Benner, J., Haefele, KH (Ed.), *3B Coğrafi Bilgi Bilimi: 3B GeoInfo 2014'ün Seçilmiş Makaleleri, Coğrafi Bilgi ve Kartografya Ders Notları.* Springer Uluslararası Yayıncılık, Cham, s. 207-225. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12181-9_13

162. Tan, J., Zheng, Y., Tang, X., Guo, C., Li, L., Song, G., Zhen, X., Yuan, D., Kalkstein, AJ, Li, F., 2010. Şanghay'daki kentsel ısı adası ve sıcak hava dalgaları ile insan sağlığı üzerindeki etkisi. *Uluslararası J. Biyometeorol.* 54, 75–84. <https://doi.org/10.1007/s00484-009-0256-x>
163. Thomas, N., Hendrix, C., Congalton, RG, 2003. Yüksek çözünürlüklü dijital görüntüleme kullanılarak kentsel haritalama yöntemlerinin karşılaştırılması. *Fotogram. İng. Uzaktan Algılama* 69, 963–972. Türkçe: <https://doi.org/10.14358/PERS.69.9.963>
164. Tornay, N., Schoetter, R., Bonhomme, M., Faraut, S., Masson, V., 2017. GENIUS: Kentsel iklim ve bina enerji tüketimi simülasyonları için binaların ayrıntılı bir tanımını tanımlamaya yönelik bir metodoloji. *UrbanClim.* 20, 75–93. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.03.002>
165. Toutin, T., 2006. Uzaysal üçgenleme ve otomatik kalibrasyon kullanılarak SPOT-5 iz içi HRS ve iz boyunca HRG stereo verilerinden DSM'lerin oluşturulması. *ISPRS Dergisi Fotogrametri. Uzaktan Algılama* 60, 170–181. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2006.02.003>
166. von Glasow, R., Jickells, TD, Baklanov, A., Carmichael, GR, Church, TM, Gallardo, L., Hughes, C., Kanakidou, M., Liss, PS, Mee, L., Raine, R., Ramachandran, P., Ramesh, R., Sundseth, K., Tsunogai, U., Uematsu, M., Zhu, T., 2013. Kıyı bölgesindeki megakentler ve büyük kentsel yığılmalar: atmosfer, kara ve deniz ekosistemleri arasındaki etkileşimler. *Ortam* 42, 13–28. <https://doi.org/10.1007/s13280-012-0343-9>
167. Vosselman, G., Maas, H.-G., 2010. Havadan ve karadan lazer taraması. *Yontmataşlar; Kuzey Amerika'da CRC, Dunbeath, İskoçya tarafından dağıtılmaktadır; Boca Raton, Florida.*
168. Votsis, A., 2017. Hücrel otomasyon modelini kullanarak hücrel otomasyonun etkisini keşfetmek Helsinki'nin kentleşme kalıpları üzerinde kıyı taşkınlarına uyum stratejileri. *Bilgisayar. Yaklaşık olarak. Kentsel Sis.* 64, 344–355. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.compenvurbsys.2017.04.005>
169. Wang, J., Qingming, Z., Guo, H., Jin, Z., 2016. Mekansal dinamiklerin karakterizasyonu kara yüzey sıcaklığı-geçirimsiz yüzey oranı ilişkisi. *Uluslararası J. Başvurusu Dünya Gözlemevi Coğrafi Bilgi* 45, 55–65. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2015.11.006>
170. Wang, Y., Li, Y., Sabatino, SD, Martilli, A., Chan, PW, 2018. Etkileri Hong Kong'da aşırı yüksek sıcaklık olayında klima sistemlerinden kaynaklanan antropojenik ısı. *Yaklaşık olarak. Karar. Lett.* 13, 034015. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/aaa848>
171. Weidner, U., Förstner, W., 1995. Yüksek yoğunluklu gazlardan otomatik bina çıkarımına doğru çözünürlüklü dijital yükseklik modelleri. *ISPRS Dergisi Fotogrametri. Uzaktan Algılama* 50, 38–49. [https://doi.org/10.1016/0924-2716\(95\)98236-5](https://doi.org/10.1016/0924-2716(95)98236-5)
172. Wong, WS, 2014. Hukuku izleyen mimari olgular—Konutsal yapıların incelenmesi Hong Kong'un sömürge dönemindeki binaları. *Hukuk J. Medeniyet İng. Mimar. Karar.* 1, 215–229.
173. Wouters, H., Demuzere, M., Blahak, U., Fortuniak, K., Maiheu, B., Camps, J., Tielemans, D., van Lipzig, NPM, 2016. Atmosferik modelleme için verimli kentsel gölgelik bağımlılık parametrelendirmesi (SURY) v1.0: Belçika yazı için COSMO-CLM modeliyle açıklama ve uygulama. *Jeoloji. Model Geliştirme* 9, 3027–3054. <https://doi.org/10.5194/gmd-9-3027-2016>
174. Yan, WY, Shaker, A., El-Ashmawy, N., 2015. Havadan LiDAR verileri kullanılarak kentsel arazi örtüsü sınıflandırması: Bir inceleme. *Uzaktan Algılama. Yaklaşık.* 158, 295–310. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.rse.2014.11.001>
175. Yang, J., He, Y., 2017. Kentsel ve banliyö alanlarında geçirimsiz yüzeylerin otomatik haritalanması: Yüksek mekansal çözünürlüklü görüntülerin doğrusal spektral ayrıştırılması. *Uluslararası J. Başvurusu Dünya Gözlemevi Coğrafi Bilgi* 54, 53–64. Türkçe: <https://doi.org/10.1016/j.jag.2016.09.006>
176. Zhang, J., Gao, S., Chen, H., Yu, J., Tang, Q., 2015. Kara yüzeyi-hava verilerinin alınması Tibet Platosu'ndaki karmaşık yüzeyler üzerinde yüksek mekansal çözünürlüklü uydu gözlemlerinden elde edilen sıcaklık farkları. *J. Jeofiz. Karar. Atmosferler* 120, 8065–8079. <https://doi.org/10.1002/2015JD023395>
177. Zhang, X., Shehata, A., Benes, B., Aliaga, D., 2019. 3B Kentsel Modellerin Çıkarımı, Yayınlanmak üzere gönderilmiş, 12 sayfa.

178. Zheng, Y., Ren, C., Xu, Y., Wang, R., Ho, J., Lau, K., Ng, E., 2018. CBS tabanlı haritalama Hong Kong'un yüksek nüfus yoğunluklu şehrindeki Yerel İklim Bölgesi. Şehir Kliması. 24, 419-448. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2017.05.008>
179. Zhu, XX, Montazeri, S., Gisinger, C., Hanssen, RF, Bamler, R., 2016. Jeodezik SAR tomografisi. IEEE Çev. Jeolojik Bilimler. Uzaktan Algılama 54, 18-35. Türkçe: <https://doi.org/10.1109/TGRS.2015.2448686>