

AVLULU BİNALARDA ÇEVRESEL PARAMETRELERİN DIŞ ORTAM KONFOR KOŞULU BAKIMINDAN DEĞERLENDİRİLMESİ

Evaluation of Environmental Parameters in terms of Outdoor Comfort Conditions in Urban Courtyard Blocks

Eda Köse Murathan
Gülten Manioğlu

ÖZET

Kentlerdeki nüfus artışı, yerleşmeleri yoğunlaştırmakla birlikte çevresel sorunları beraberinde getirmektedir. Artan enerji tüketimleri sebebiyle oluşan sera gazı emisyonları iklim değişikliğine sebep olmakta ve yerleşmelerde mikro iklimi değiştirerek dış ortam konfor koşullarını da olumsuz etkilemektedir. Bina ölçeğinde alınan kararlar ile enerji tüketimleri azaltılabilir, iç ve dış ortam ısı konfor koşulları kontrol edilebilir. Dolayısıyla, bina ve yerleşme ölçeğinde alınan önlemlerin bütünsel bir yaklaşım ile düşünülmesi gerekmektedir. Bu çalışmada, çevresel değişkenlere bağlı olarak yerleşmelerde meydana gelen dış ortam konfor koşulunu etkileyen olumsuzlukların değerlendirilmesi hedeflenmiştir. Bu hedefe yönelik olarak, Grasshopper simülasyon aracı ve Urban weather generator (UWG) eklentisi yardımı ile iklim değişikliği ile uyum sağlayabilen yeni bina ve yerleşme dokusu alternatiflerinin üretilmesi planlanmıştır. Bu alternatifler üretilirken, ılımlı-nemli iklim tipini temsil eden İstanbul ve sıcak-kuru iklim tipini temsil eden Diyarbakır illerinde kentsel alandaki ısı adası etkisi ve dış ortam konfor koşulu değerlendirilmeleri yapılması ve yerleşme dokusu seçeneklerinin üretilmesi için avlulu bina grupları kullanılmıştır. Çalışmada, yerleşmeyi oluşturan binaların yükseklikleri, yol genişlikleri ve yoğunlukları gibi fiziksel ve çevresel değişkenlere dayalı olarak farklı iklim bölgeleri için en uygun tasarım ve planlama stratejilerinin belirlenmesi öngörülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Yerleşme tasarımı, ısı adası etkisi, mikro-iklim, dış ortam konfor koşulu

ABSTRACT

Population growth in cities intensifies settlements and causes environmental problems. Greenhouse gas emissions due to increased energy consumption cause climate change and adversely affect outdoor comfort conditions by changing the microclimate in settlements. With the decisions taken at the building scale, energy consumption can be reduced and indoor and outdoor thermal comfort conditions can be controlled. Therefore, the measures taken at the scale of buildings and settlements should be considered with a holistic approach. In this study, it is aimed to evaluate the negativities that affect the outdoor comfort conditions in urban designs depending on environmental variables. For this purpose, it is planned to produce new building and settlement texture alternatives that can adapt to climate change with the help of the Grasshopper simulation tool and the Urban weather generator (UWG) add-on. While producing these alternatives, building groups with courtyards were used to evaluate the heat island effect and outdoor comfort conditions in the urban area and to produce settlement texture alternatives in the cities of İstanbul, which represents the temperature-humid climate type, and Diyarbakır, which represents the hot-dry climate type. In the study, it is envisaged to determine the most suitable design and planning strategies for different climatic regions based on physical and environmental variables such as the heights of the buildings that make up, road widths and densities.

Key Words: Urban design, heat island effect, micro-climate, outdoor thermal comfort condition

1. GİRİŞ

Dünya nüfusunun neredeyse yarısının kentsel alanlarda yaşadığı bilinmektedir. IPCC (Hükümetler arası iklim değişikliği paneli) raporuna göre, 2050 yılına kadar nüfusun üçte ikisinin kentsel alanlarda yaşaması beklenmektedir [1]. Kentlerdeki nüfus artışı, yerleşmeleri yoğunlaştırmakla birlikte çevresel sorunları da beraberinde getirmektedir [2]. Binalarda konfor koşullarının sağlanabilmesi için enerji tüketimleri artmaktadır. Artan enerji tüketimleri sebebiyle oluşan sera gazı emisyonları iklim değişikliğine sebep olmakta ve iç ve dış ortam konfor koşullarını olumsuz etkilemektedir. İnsanın iklim değişikliği üzerindeki olumsuz etkisi kesindir [1]. Bunun dışında, kentlerde yerleşmeleri oluşturan bina geometrileri ve yüzeylerin özellikleri mikro-iklimleri oluşturmakta ve ısınan mikro-iklimler kentlerde ısı adası etkisinin oluşmasına sebep olmaktadır [3,4]. Kentsel ısı adası etkisi olarak bilinen yapılı çevre tarafından tetiklenen dış hava sıcaklığındaki değişim kentsel alanların kırsal alanlara göre daha sıcak olmasına sebep olmaktadır. Bu kavram ve etkilerinin gözlenmesi ile birlikte, kentsel bina geometrilerinin mikro iklimi ve ayrıca bina enerji tüketimlerini etkileme potansiyeli ortaya konmuştur [5]. Bu döngü, binalarda minimum enerji tüketimleri ve iç ve dış ortam konfor koşullarının sağlanabilmesi ile sonlandırılabilir. Buna dayanarak, kentlerde bina ve yerleşme ölçeğinde alınan doğru tasarım kararları ile enerji etkin tasarım stratejileri önemli rol oynamaktadır.

Yerleşmelerdeki dış ortam mikro-iklimi binaların enerji talebini etkilerken, bina kabuğunun da dış ortam mikro-iklimini etkilediği bilinmektedir. Bu durumda, bina ve yerleşme ölçeğinde alınan tasarım kararları bütünleşik olarak ele alınmalıdır. Örneğin; binalardaki mekanik sistemlerin etkisiyle binaların yapay olarak iklimlendirilmesi kent morfolojisini de etkilemektedir. Bu durum, bina aralıkları ve binaların yüzeyleri aracılığıyla alınan güneş radyasyonunun dağılımını etkilemekte ve rüzgar hızını azaltarak yapılı çevre ile dış hava arasındaki konveksiyon yolu ile gerçekleşen ısı akış oranını değiştirmektedir. Bu durumların kentsel ısı adası etkisini arttırmasıyla birlikte yayalar için de belirgin dış mekân ısı konforsuzluğuna yol açtığı görülmektedir [6]. Dolayısıyla, bina ve yerleşmeler için yapılan enerji simülasyonlarında kırsal alan ölçümlerine dayanan mevcut hava durumu verilerinin doğrudan kullanılmasının da binaların soğutma yüklerinin olması gerekenden daha az, ısıtma yüklerinin ise daha fazla tahmin edilmesine sebep olması kaçınılmazdır. Bu durumda, temelde kent nüfusunun artmasına dayanan değişen yerleşme koşullarına uygun hava durumu verilerinin üretilerek bina ve yerleşme ölçeğinde yaklaşımlar önerilmesi gerekmektedir. Bu yaklaşımlar, geçmişte yapılan çalışmalarda farklı simülasyon araçları ile yapılmıştır. Başlangıçta, Envimet simülasyon aracı yardımı ile yapılan değerlendirmeler günümüzde kentsel mikro iklim ve dış mekân ısı konforu arasındaki karşılıklı ilişkileri modellemek için Grasshopper, Dragonfly ve Ladybug araçları yardımıyla yapılabilmektedir [7]. Bu araçlar yardımı ile kentsel ölçekte iklim tahmini yapabilmek mümkündür ve bunun için Dragonfly eklentisi içerisinde yer alan UWG (Urban weather generator) aracı kullanılmaktadır. UWG, Bruno Bueno tarafından geliştirilen binaların enerji performansı ile kentsel iklim arasındaki karşılıklı etkileşimi hesaplamalara dahil eden ayrıntılı bir Şehir enerji dengesi modelidir (Town Energy Model). UWG temelde kırsal hava durumu veri dosyasındaki (meteoroloji tarafından üretilen TMY dosyası) saatlik dış hava sıcaklıkları ve bağıl nem verilerini değiştirerek yeni bir kentsel hava durumu dosyası oluşturma prensibine dayanır. UWG, bir kentsel alanda morfolojik ve geometrik parametrelerin yanı sıra meteorolojik parametrelere de girdi olarak ihtiyaç duyar. Bu parametreler; bina opak ve saydam yüzeylerin varlığı, iç kazançlar, havalandırma ve iklimlendirme yöntemleri, antropojenik ısı kaynakları, bitki örtüsü özellikleri, arazi sınırı dahil olmak üzere kentsel alan ile ilgili özellikler ve referans saha konumu, engel yüksekliği, meteorolojik faktörler ve ölçüm yüksekliği gibi sınır parametreleridir [9,10]. Bu araç, temelde yapılı çevrenin neden olduğu ısı adası etkisini yansıtmak için; ortalama bina yükseklikleri, bina ayak izleri, yüzeylerin yansıtıcılıkları ve diğer ısı özellikleri gibi çeşitli parametrelerin etkilerini birleştirerek değerlendirebilen bir algoritma kullanır. Algoritmanın güvenilirliği, çeşitli iklim bölgelerinde yapılan saha ölçümleri ile doğrulanmıştır [8,9,10]. Dolayısıyla bu model yardımı ile farklı yerleşme dokularına sahip morfolojiler iklimsel açıdan karşılaştırılabilir.

Literatürdeki çalışmalarda, dış ortam konfor koşulu değerlendirmeleri için PET (Physiological Equivalent Temperature) ve UTCI (Universal Thermal Climate Index) indekslerinin kullanıldığı görülmektedir [11,12,13,14,15]. UTCI, 1999 yılında çeşitli araştırmacıların geliştirdikleri, dış ortamdaki ısı konfor düzeyinin belirlenmesine yönelik evrensel bir indekstir. UTCI, meteorolojik koşulların (güneş ışınımı, hava sıcaklığı, hava nemi ve rüzgar hızı) ve termo-fizyolojik koşullarının (giysi türü (clo) ve metabolik aktivite düzeyi) ağırlıklandırılması sonucunda (UTCI-Fiala termofizyolojik modeli) sıcaklık

cinsinden insanlar üzerindeki termal stresi ifade eder. Değerlendirmede yararlanılacak olan, termal stres bakımından UTCI indeks aralıkları Tablo 1’de gösterilmektedir [16].

Tablo 1. Termal stres bakımından UTCI indeks aralıkları [16]

UTCI (°C) indeks aralıkları	Stres Kategorileri
> +46	Aşırı sıcak (extreme heat stress)
+38 to +46	Çok güçlü (very strong heat stress)
+32 to +38	Güçlü (strong heat stress)
+26 to +32	Orta derecede (moderate heat stress)
+9 to +26	Nötr (no thermal stress)
+9 to 0	Hafif soğuk (slight cold stress)
0 to -13	Orta derecede (moderate cold stress)
-13 to -27	Güçlü (strong cold stress)
-27 to -40	Çok güçlü (very strong cold stress)
< -40	Aşırı soğuk (extreme cold stress)

Dış ortam konfor koşulu değerlendirilirken UTCI indeksinin hesaplanabilmesi için ortalama ışımsal sıcaklık değerinin de hesaplanabilmesi gerekmektedir. Diğer yandan, Grasshopper ve eklentileri yardımı ile dış ortam konfor koşulunun değerlendirilmesi de mümkündür. Buna dayanarak, yerleşmede UTCI indeksi, UWG modülüne ek olarak ortalama ışımsal sıcaklık (MRT) hesaplama bileşenlerinden faydalanılarak hesaplanabilmektedir.

Literatürde kentsel alanlarda yapılan çalışmalar incelendiğinde; Yasser Ibrahim ve diğ. (2022) çalışmasında, avlulu bina gruplarının iklimsel etkileri hafifletme özelliğine dayanarak geliştirilen yerleşme dokusunda, sıcak-kuru iklim tipi için bina yükseklikleri, avlu genişlikleri ve yön değişkenlerinin optimize edilmesini hedeflemiştir. Çalışmada kentsel dokunun iklim datası üzerindeki oluşturduğu etki UWG aracı yardımıyla hesaplamalara katılmıştır ve dış ortam konfor koşulu UTCI indeksi ile değerlendirilmiş olup, optimum çözüm önerilerinde soğutma yüklerini %31,7’ye kadar azalttığı ve UTCI değerinin 1,6 C°’ye kadar düştüğü gözlenmiştir [17]. Akdeniz sıcak ikliminde farklı şehirlerde yapılan bir dizi çalışmada, Natanian ve diğerleri [18,19,20,21] avlu tipolojisinin diğer bina tipolojilerine karşı dış mekân ısı konforu ve soğutma yükleri açısından daha iyi performans gösterdiğini vurgulamıştır. Emanuele Naboni ve diğ. (2019) çalışmasında, ele alınan bina ve çevresi için dış ortam konfor koşulu, gün ışığı performansı, enerji tüketimi ve üretimi ile ilgili değerlendirmeleri kapsamaktadır. Binanın performans ölçütü; UTCI indeksidir [22].

Bina ve yerleşme ölçeğinde alınan tasarım kararlarının, sadece enerji etkinliği açısından değil aynı zamanda iklim değişikliği, dış ortam ısı konfor koşulu ve kentsel ısı adası etkisi açısından da dikkate alınması fikrini doğurmaktadır. Buna dayanarak bu çalışmada, nüfus artışına bağlı kentleşmenin, yerleşmelerde sebep olduğu kentsel ısı adası etkisi ve dış ortam konfor koşulunun değerlendirilmesine yönelik bir bakış açısının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın hedefine yönelik olarak geliştirilen yerleşme dokusu seçeneklerini oluştururken avlulu bina tipolojileri kullanılmıştır. Avlulu bina tipolojileri sıcak iklim bölgelerinin geleneksel mimarisinde sıklıkla görülmekle birlikte, dünya genelinde birçok araştırmacının ilgisini çekmektedir. Farklı iklim bölgeleri için de, ısı konfor koşullarını optimize edebilmek için tercih edilmektedir [5]. Buna dayanarak, çalışma ılımlı-nemli iklim tipinin temsili ili İstanbul ve sıcak-kuru iklim tipinin temsili ili Diyarbakır illerinde gerçekleştirilmiştir. TS825 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardında İstanbul ve Diyarbakır illeri aynı derece-gün bölgesinde bulunmaktadır [23]. Bu durum, sıcak-kuru iklim bölgesinin karakteristik özelliklerini gösteren Diyarbakır şehrinde yapılacak bir bina ve yerleşme tasarımında alınacak kararlarla İstanbul şehrinde yapılacak bir bina ve yerleşme tasarımında alınacak kararların aynı olabileceği yanılığına yol açmaktadır. Bu nedenle bu çalışma, TS825 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardında İstanbul ili ile birlikte aynı derece gün bölgesinde yer alan ancak farklı iklimsel özelliklere sahip olduğu bilinen Diyarbakır ili için de tekrarlanmıştır. Farklı iklimsel özelliklere sahip bölgelerde, bina ve yerleşme tasarımlarında, dış ortam ısı konfor koşullarının sağlanması ve kentsel ısı adası etkisi gibi konuların birlikte ele alınacağı bu çalışma kapsamında; yerleşme ölçeğinde, seçilen yerleşme dokusu ile bina yükseklikleri ve yol genişlikleri gibi değişkenler ele alınarak değerlendirmeler yapılmıştır. Yapılan değerlendirmelerde gerçek hizmet koşullarına en yakın olduğu bilinen, [16,24] dış ortam konfor değerlendirmesinde kullanılmak üzere UTCI indeksi seçilmiştir. Çalışmada, kentsel mikro-iklim ve dış ortam ısı konforu

arasındaki karşılıklı ilişkileri modellemek için Grasshopper ve eklentileri Dragonfly, UWG ve Ladybug araçları yardımıyla simülasyon modeli oluşturulmuştur. Elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

2. BİNA VE YERLEŞME TASARIMINA İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ İLE UYUMLU BİR BAKIŞ AÇISININ GELİŞTİRİLMESİ

Çalışma, TS825 “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları” standardında belirtilen Türkiye'nin 2. Derece Gün Bölgesi'nde yer alan [23], ılımlı-nemli iklim bölgesinin temsili ili İstanbul ve sıcak-kuru iklim bölgesinin temsili ili Diyarbakır'da gerçekleştirilmesi planlanmıştır. İstanbul ve Diyarbakır farklı iklim özelliklerine sahip olmasına rağmen aynı derece gün bölgesinde yer almaları sebebiyle, bina ve yerleşme tasarımları sırasında alınacak kararların aynı olabileceği yanılığını oluşturmaktadır. Ancak, İstanbul ili ısıtma öncelikli Diyarbakır ili ise soğutma önceliklidir. Bu doğrultuda, avlulu bina tipolojileri yardımıyla üretilen konut binalarından oluşan yerleşme dokusu seçenekleri için kentsel ısı adası etkisi ve dış ortam konfor koşulları değerlendirilmiştir. Çalışmada girdi olarak tanımlanan özellikler ve uygulama adımları aşağıda açıklanmıştır.

2.1. Yerleşme dokusu seçeneklerinde kullanılan tasarım değişkenlerinin belirlenmesi

Çalışmada, bina ve yerleşme dokularında, mikro-iklimin düzenlenmesi ve dış ortam konfor koşulunun sağlanabilmesi için;

- Yerleşme ölçeğinde; binanın bulunduğu yerin ve yoğunluklarının,
- Bina ölçeğinde; bina tipolojisi, bina kabuğunun optik ve termofiziksel özelliklerinin,
- Bina grupları ölçeğinde ise; binanın taban alanı, bina kat adedi, yol genişlikleri gibi tasarım değişkenlerinin

belirlenmesi gerekmektedir.

2.1.1. Bina ve bina gruplarına ilişkin değişkenlerin belirlenmesi

Yerleşme dokusu seçeneklerini oluşturan en küçük birim olan konut modüllerinde 4 kişilik çekirdek bir ailenin yaşadığı varsayılmıştır [26]. Kare planlı konut binası tipi 10m x 10m boyutlarında bir modül olarak kabul edilmiş ve bu modüllerle avlulu bina grubu elde edilmiştir. Avlulu bina grupları, bina taban alanı ile uyumlu olarak 10m x 10m modüllerden oluşan 60m x 60m boyutlarında kabul edilen bir ada üzerinde konumlandırılmışlardır. Bina yükseklikleri 9m (3 katlı), 18m (6 katlı) ve 27m (9 katlı) olarak tanımlanmıştır.

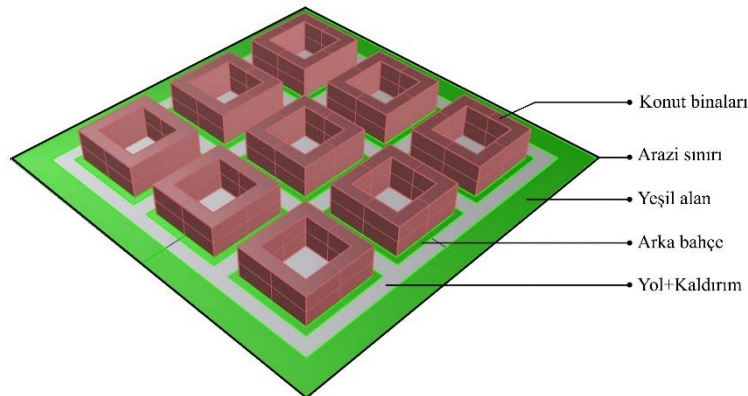
Bina kabuğu katmanlaşma detayları TS825 Binalarda Isı Yalıtım Kuralları Standardı'nda [23] İstanbul ve Diyarbakır illerinin de içinde bulunduğu 2. Derece Gün Bölgesi için önerilen toplam ısı geçirme katsayısı (U) değerlerini sağlayacak şekilde opak ve saydam bileşenlere ilişkin değerler belirlenmiştir (Tablo 2). Hesaplamalarda saydam bileşenin toplam ısı geçirme katsayısı değeri $U=1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$, güneş ışımasını kazancı katsayısı değeri (Solar heat gain coefficient) 0,56 ve görünür geçirgenlik değeri (visible transmittance) 0,79 olarak belirlenmiştir. Ayrıca, çalışma kapsamında tasarlanan binalarda saydamlık oranları %30 olarak alınmıştır.

Tablo 2. Bina kabuğu katmanlaşma detayları

#	Opak Bileşen Detayı	Sıra	Malzemeler	λ (W/mK)	Kalınlık (m)	U (W/m ² K)
Dış Duvar		1	Alçı sıva	0.4	0.01	0.565
		2	Kireç Harcı	0.8	0.01	
		3	Tuğla	0.72	0.19	
		4	XPS Ekstrüde Polistiren	0.034	0.04	
		5	Kireç sıva	0.8	0.02	
Zemine Oturan Döşeme		1	Ahşap Kaplama	0.14	0.03	0.561
		2	Şap	0.41	0.03	
		3	Hafif Beton	1.9	0.05	
		4	Betonarme	1.13	0.12	
		5	XPS Ekstrüde Polistiren	0.034	0.04	
		6	Alçı sıva	0.4	0.01	
Çatı		1	Agrega-kum-çakıl	1.3	0.08	0.363
		2	Şap	0.41	0.03	
		3	XPS Ekstrüde Polistiren	0.034	0.08	
		4	Betonarme	1.13	0.12	
		5	Alçı sıva	0.4	0.01	
Bodrum kat döşemesi		1	Epoksi	0.25	0.01	1.72
		2	Şap	0.41	0.03	
		3	Tesviye Betonu	1.65	0.03	
		4	Temel Betonu	2.5	0.8	

2.1.2. Yerleşmelerin yoğunluklarının ve yerleşme dokusu seçeneklerinin belirlenmesi

Yöntemin uygulanacağı 40.970 enlem ve 28.820 boylam koordinatlarında bulunan İstanbul ve 37.88 enlem ve 40.183 boylam koordinatlarında bulunan Diyarbakır'da [25], farklı yerleşme dokusu ve yoğunluğu seçeneklerinin oluşturulabilmesi için, şehir dokusu içinde yaklaşık 50.000 m²'lik düz bir alan seçilmiştir. Yerleşme dokusu seçenekleri için; üretilen avlulu bina gruplarına ek olarak, sabit olan arka bahçe mesafesi (5m), ve sırasıyla 10m, 15m, 20 m olmak üzere değişken olan yol genişlikleri, kaldırım (2m) ve yeşil alan ve sert zeminler için yüzey malzemeleri tanımlanmıştır. Rhinoceros geometrik araçları yardımı ile üretilen yerleşmenin geometrik model tanımlayıcıları Şekil 1'de gösterilmiştir.

**Şekil 1.** Avlulu bina gruplarından oluşan yerleşmenin geometrik model tanımlayıcıları

Dış iklim elemanlarının yerleşme dokuları üzerinde oluşturduğu mikro-iklim etkisi ile iç ve dış ortam konfor koşullarının değiştiği bilinmektedir. Bu sebeple, geliştirilen yerleşme dokusu önerilerinin yerleşmenin yoğunluğu ile tanımlanması çalışmanın anlaşılabilirliği açısından gereklidir. Çalışmada, son yıllarda mikro-iklim üzerinde doğrudan etkili olan yerleşmelerin yoğunluğunun belirlenmesi için;

binalardaki toplam kullanım alanının yerleşme taban alanına oranını ifade eden FAR oranı (Floor area ratios) kullanılmıştır. Geçmişte yapılan çalışmalar incelenerek [18,19,20,21,27] bu çalışmada da belirlenen arazi üzerinde farklı yoğunluklardaki yerleşme dokularının tanımlanabilmesi için FAR oranı değerleri kullanılmıştır.

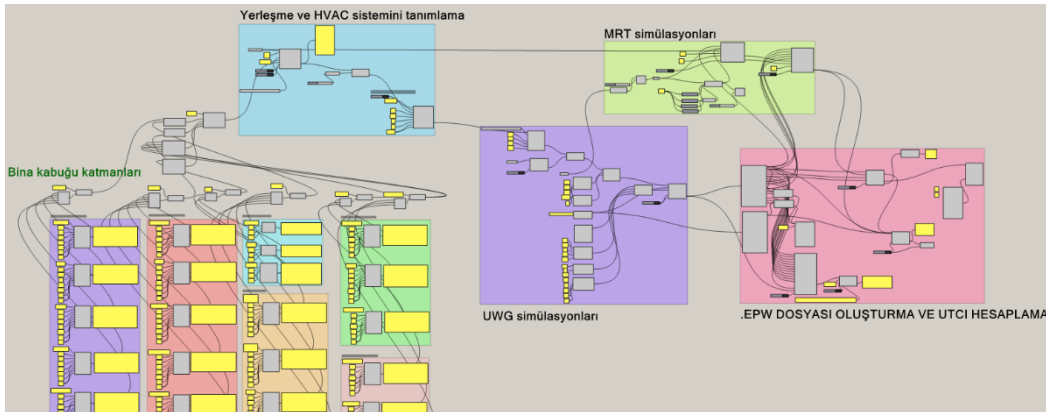
Yerleşme dokusu alternatiflerinin üretilmesi için gereken bilgiler tanımlandıktan sonra, farklı yoğunluklardaki yerleşmeler oluşturulmuştur. Bu sebeple, bina gruplarının zemine oturduğu alanlar sabit tutulup, kat adetleri değiştirilerek; düşük, orta ve yüksek yoğunluklu yerleşmeler önerilmiştir. Seçilen yerleşme alanında öncelikli olarak düşük yoğunluklu yerleşme dokusu seçenekleri için FAR oranı 1 olan 2000 kişinin yaşadığı, orta yoğunluklu yerleşmeler için 4000 nüfuslu FAR oranı 2 olan ve yüksek yoğunluklu yerleşmeler için 6000 nüfuslu FAR oranı 3 olan yerleşme dokusu seçenekleri geliştirilmiştir. Çalışma kapsamında avlulu bina grupları ile farklı FAR oranına ve yol genişliklerine sahip 9 farklı yerleşme dokusu seçeneği geliştirilmiştir (Tablo 3). Geliştirilen yerleşme dokusu seçenekleri ile kentsel ısı adası etkisi ve dış ortam ısıl konfor analizleri gerçekleştirilmiştir.

Tablo 3. Avlulu yerleşme dokusu seçenekleri, kat adedi ve FAR oranı ilişkisi

Yerleşme dokusu seçenekleri	Yol Genişlikleri		
	10m	15m	20m
FAR 1 (2000 kişi): 3 katlı, bina yüksekliği 9m,			
FAR 2 (4000 kişi): 6 katlı, bina yüksekliği 18m,			
FAR 3 (6000 kişi): 9 katlı, bina yüksekliği 27 m			

2.2. Yerleşme dokusu seçeneklerinde kullanılan hesaplamalara ilişkin değişkenlerin belirlenmesi

Bina ve yerleşme tasarım için; 2.1 adımında açıklanan parametreler dışında hesaplamalarda kullanılan diğer parametrelerin de belirlenmesi gerekmektedir. Kentsel ısı adası etkisi ve dış ortam ısıl konfor analizlerinin gerçekleştirilebilmesi için kullanılan UWG aracı, morfolojik ve geometrik parametrelere ek olarak meteorolojik parametrelere de girdi olarak ihtiyaç duyar. Ayrıca, hesaplamalarda gerçek atmosfer koşullarını temsil eden meteorolojik veri dosyaları kullanılmıştır. Çalışma kapsamında Grasshopper ve eklentileri Ladybug, Dragonfly ve UWG araçları yardımı ile üretilen iş akışı Şekil 2'de gösterilmiştir. Hesaplamalara girdi olarak tanımlanan diğer parametreler Tablo 4'de verilmiştir.



Şekil 2. Grasshopper ve eklentileri yardımı ile üretilen iş akışı

Tablo 4. UWG simülasyonları için gereken girdi parametreleri

Parametreler		Değerler			
Konum		İstanbul Diyarbakır	40.970 enlem, 28.820 boylam 37.88 enlem,40.183 boylam		
İklim datası		İstanbul; IWEK hava durumu dosyası Diyarbakır; http://climate.onebuilding.org hava durumu dosyası			
HVAC		İdeal Air Load System			
HVAC program tipi		ASHRAE 90.1 standardına göre Midrise Apartment			
Isıtma		20 C°			
Soğutma		26 C°			
İnfiltrasyon		0.5 airchange/hour			
Aydınlatma		4,5 W/m ² LPD değeri-Lighting Power Density			
Antropojenik ısı		4 W/m ²			
Gündüz sınır tabakası yüksekliği		700 m (Daytime boundary-layer height)			
Gece sınır tabakası yüksekliği		50 m (Nighttime boundary-layer height)			
Engel yüksekliği		0.1 m			
Sıcaklık ölçüm yüksekliği		2 m			
Rüzgar hızı ölçüm yüksekliği		10 m			
Yol ve kaldırım	Albedo	0.08	Yeşil Alan	Albedo	0.26
	Kalınlık	0.06		Gizli ısı	0.7-0.6
	İletkenlik	0.5	İnsan boyu	1.8m	
	Yoğunluk x duyulur ısı (Volumetric heat capacity)	1700000 J/m ³ K	Değerlendirme periyodu	Yıllık	

2.3. Geliştirilen yerleşme dokusu seçenekleri için hesaplamaların yapılması

Çalışmada, FAR oranıyla tanımlanan yerleşme yoğunluğu, bina yüksekliği ve yol genişliği gibi değişkenler ile üretilen tüm yerleşme dokusu seçeneklerinde oluşan mikro-iklimin değerlendirilebilmesi için kentsel ısı adası etkisi İstanbul ve Diyarbakır illeri için hesaplanmıştır. Yöntemin kurgulanması için Grasshopper ve eklentilerinden faydalanılmıştır. Grasshopper araçlarından biri olan UWG aracı ile yerleşmelerdeki kentsel ısı adası etkisi hesaplanmıştır. Bu araç ile kentsel alan hava durumu verileri .epw hava durumu dosya formatında üretilmekte ve enerji hesaplamalarında kullanılabilir. Bu çalışmada, güncel hava durumu dosyası ile kentsel alanda üretilen hava durumu dosyasındaki dış hava sıcaklığı değişimine bakılarak kentsel ısı adası etkisi hesaplanmıştır. Bu aşamadan sonra, kentsel ısı adası etkisine bağlı olarak yerleşmelerde dış ortam konfor koşulunun değerlendirilmesi UTCI indeksi yardımı ile yapılmıştır. UTCI hesabının gerçekleştirilebilmesi için, dış ortamdaki ortalama ışınimsal sıcaklığın da hesaplanması gerekmektedir. Bu sebeple, yerleşmelerin merkezinde yer alan avlulu bina grubu referans bina grubu olarak seçilmiştir. Bina grubunun dört ana yönünden geçen yolların merkezinde ve seçilen bina grubunun avlusunun merkezine olmak üzere temsili yayalar konumlandırılmıştır. Dış ortam konfor koşulu, yerleşmede konumlandırılan insanlardan elde edilen UTCI verilerinin ortalamaları alınarak değerlendirilmiştir.

Çalışmada, İstanbul ve Diyarbakır illeri için kentsel ısı adası ve dış ortam konfor koşulu hesaplamaları yıllık olarak yapılmıştır ve kentsel ısı adası etkisi (UHI) aylık olarak verilmiştir. Ayrıca, ısıtma döneminin temsili günü 21 Aralık'ı kapsayan 18-24 Aralık haftasının ve soğutma döneminin temsili günü 21 Temmuz'u kapsayan 18-24 Temmuz haftasının ortalamaları alınarak kentsel ısı adası etkisi ve dış ortam konfor koşulu değerlendirilmesi yapılmıştır.

2.3.1 İstanbul ili için yapılan hesaplama sonuçları

İstanbul ili için kentsel ısı adası etkisi ve dış ortam konfor koşulu hesaplamaları yapılmıştır. Hesaplama sonuçları, yıllık ortalama dış hava sıcaklığı olarak bulgulara ve aylık kentsel ısı adası etkisinin (UHI) gösterimi olarak Şekil 3'de verilmiştir. Ayrıca, kentsel ısı adası etkisi ve dış ortam konfor koşulunun FAR oranı ve yol genişliği değişkenlerine bağlı olarak değişimlerinin gösterimi 18-24 Ocak ve 18-24 Temmuz haftaları için ayrı ayrı olmak üzere Şekil 4 ile 7 arasında gösterilmiştir.

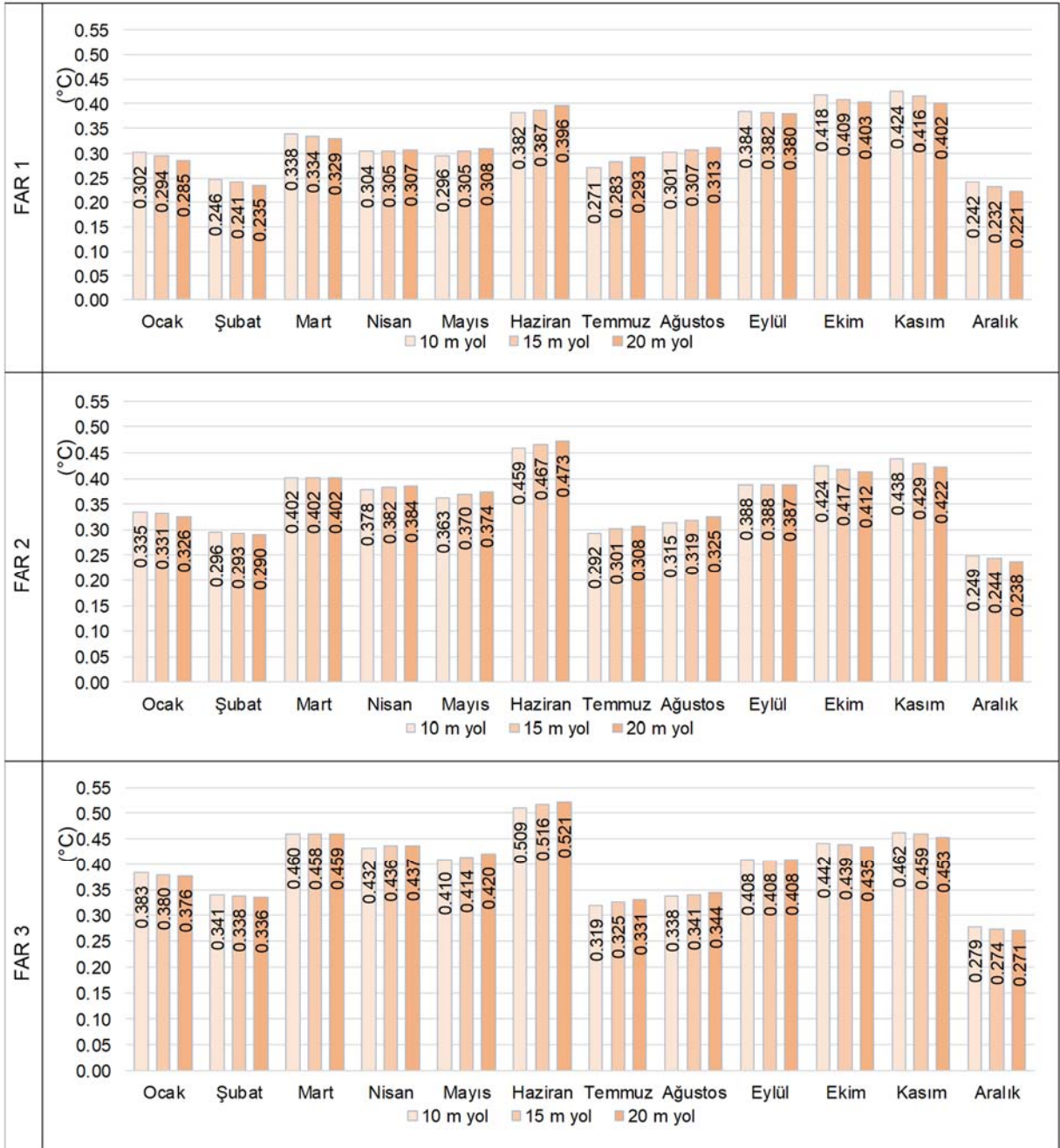
İstanbul ili için, geliştirilen avlulu yerleşme dokusu seçenekleri ile yapılan simülasyon sonuçları değerlendirildiğinde;

- Tüm yerleşme senaryoları için oluşan dış hava sıcaklığı değeri kırsal hava durumu dosyasındaki dış hava sıcaklığı değerinden yüksektir. Dolayısıyla, yerleşmeler üzerinde sıcaklık artışı ve dolayısıyla ısı adası etkisi oluşmaktadır.
- Avlulu bina grupları ile geliştirilen FAR oranı ve yol genişliği değişkenlerine bağlı yerleşme dokusu alternatifleri arasındaki yıllık ortalama ısı adası etkisi 0.322 C° ile 0.399 C° arasında değişmektedir. Yıllık ortalama dış hava sıcaklığı değeri ise, kırsal hava durumu dosyasında 14.445 C° iken, kentsel hava durumu dosyalarındaki değerlerin 14.767 C° ile 14.844 C° arasında değiştiği gözlenmiştir.
- Yıllık ortalama en yüksek ısı adası etkisi FAR 3 ve 20m yol genişliği seçeneği ile gerçekleşmiştir (0.399 C°).
- Tüm yerleşme senaryolarında kış aylarında yol genişliği arttıkça ısı adası etkisi azalırken, yaz aylarında artmaktadır.
- Yerleşme senaryolarındaki FAR oranı sabit olup, yol genişliği arttıkça; yıllık ortalama ısı adası etkisinin azaldığı, yol genişliği sabit olup, FAR oranı arttığında ise ısı adası etkisinin arttığı gözlenmiştir.
- Yerleşmelerde, ısıtma dönemini temsil eden 21 Ocak günü içinde olacak şekilde 18-24 Ocak günleri arasındaki yol genişliği arttıkça ortalama ısı adası etkisinde düşüş gözlenmiştir.
- Yerleşmelerde, soğutma dönemini temsil eden 21 Temmuz günü içinde olacak şekilde 18-24 Temmuz günleri arasındaki yol genişliği arttıkça ortalama ısı adası etkisinde artış gözlenmiştir.
- 18-24 Ocak haftasında yol genişliği arttıkça ısı adası etkisi azalmakta, 18-24 Temmuz günlerinde ise yol genişliği arttıkça ısı adası etkisi artmaktadır. Buna dayanarak mevsimlere göre ısı adası etkisinin değişkenlik gösterdiği gözlenmiştir (Tablo 5).

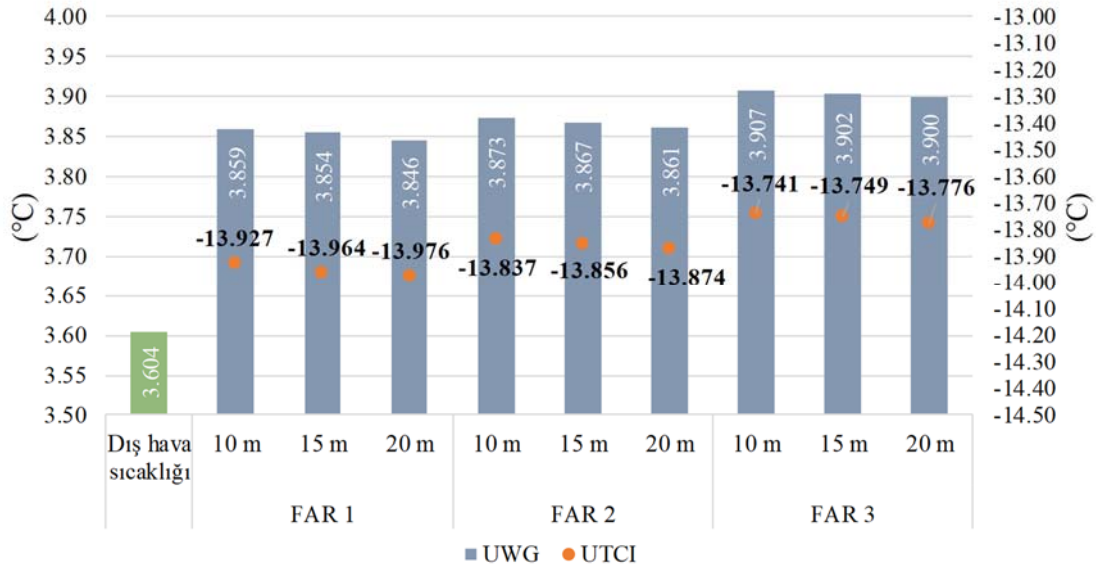
Tablo 5: 18-24 Ocak ve Temmuz için ısı adası etkisi değişimi

Dönem	FAR 1			FAR 2			FAR 3		
	10 m	15 m	20 m	10 m	15 m	20 m	10 m	15 m	20 m
18-24 Ocak	0.255	0.251	0.242	0.269	0.263	0.257	0.304	0.299	0.296
18-24 Temmuz	0.221	0.231	0.243	0.222	0.233	0.241	0.240	0.247	0.252

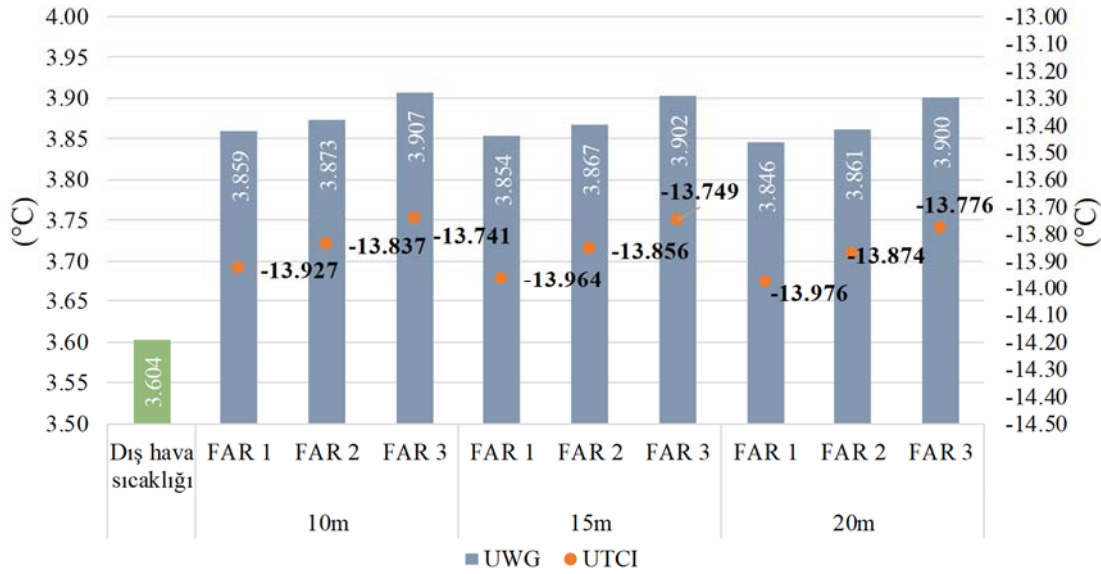
- Dış ortam konfor koşulu değerlendirmelerine gelindiğinde; kış koşullarında, yerleşmedeki yol genişliği arttığında; dış ortam konfor koşulu nötr koşuldan uzaklaşmakta olup, -13.976 C°'den -13.741 C°'ye yükselerek insanın dış ortamdaki konfor durumunu temsil eden UTCI indeksi aralıklarında "Güçlü soğuk (Strong cold stress)" aralığına denk gelmektedir.
- Yerleşmedeki Far oranı arttığında ise; dış ortam konfor koşulu UTCI indeksi aralıklarında "Güçlü soğuk (Strong cold stress)" aralığına denk gelmektedir.
- En kötü ile en iyi senaryo arasındaki derece bakımından UTCI farkı 0.235 C°'dir.
- Yaz koşullarında, yerleşmedeki yol genişliği arttıkça, dış ortam konfor koşulu UTCI indeksi "Nötr (no thermal stress)" aralığına denk gelmektedir. Ancak, UTCI değerinin 21.280 C°'den 20.358 C°'e doğru arttığı gözlenmiştir.
- Yerleşmedeki Far oranı arttığında, dış ortam konfor koşulu UTCI indeksi aralıklarında "Nötr (no thermal stress)" aralığına denk gelmektedir.
- En kötü ile en iyi senaryo arasındaki derece bakımından UTCI farkı 0.922 C°'dir.



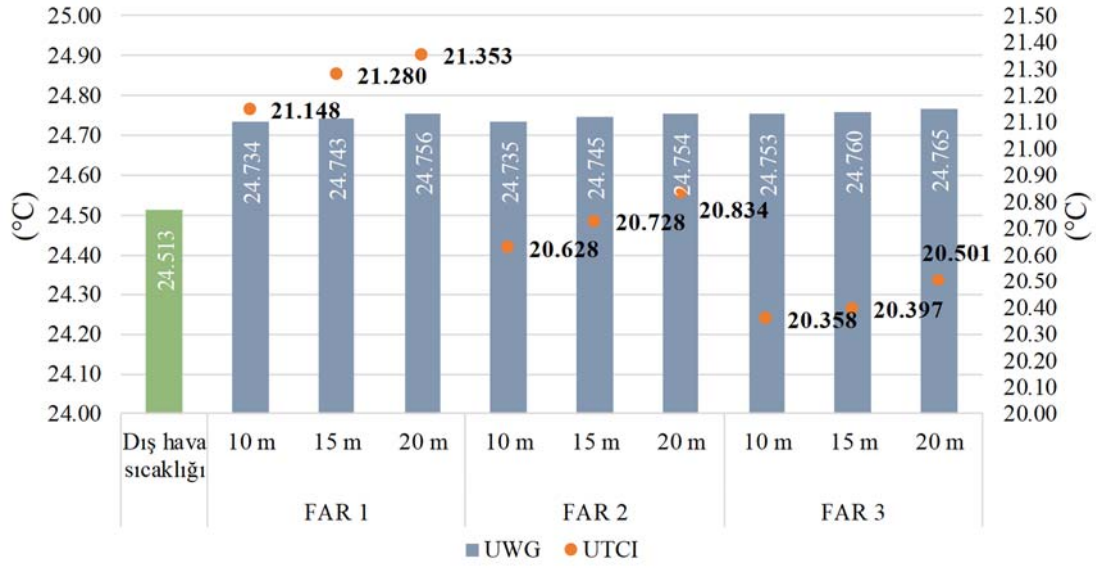
Şekil 3. İstanbul ili için aylık kentsel ısı adası (UHI) etkisi değişimi



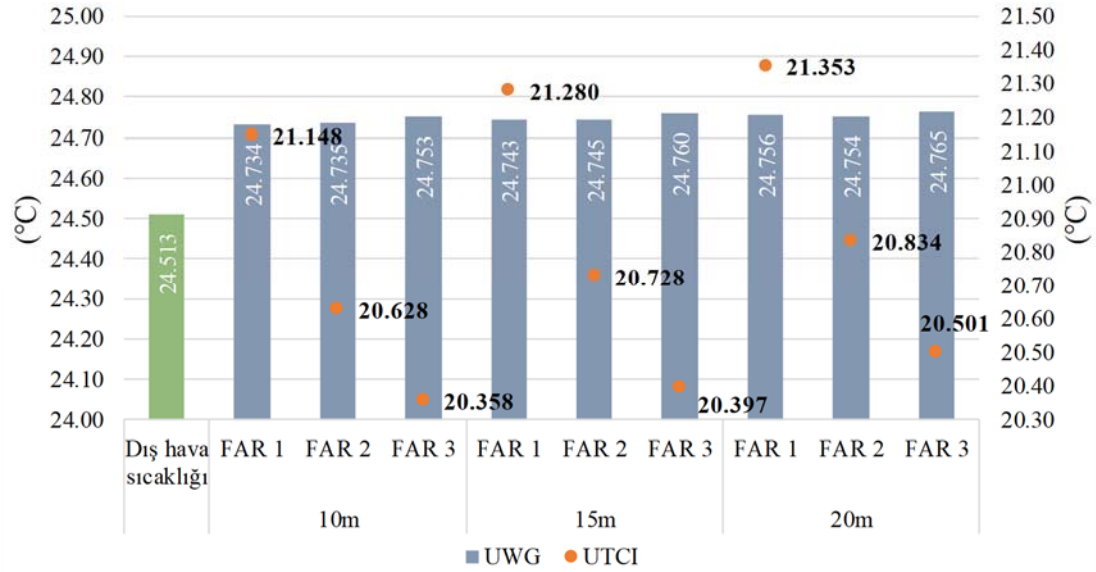
Şekil 4. İstanbul ili 18-24 Ocak haftası için yol genişliği değişkenine bağlı dış ortam hava sıcaklığı ve konfor hesaplama sonuçları



Şekil 5. İstanbul ili 18-24 Ocak haftası için FAR oranı değişkenine bağlı dış ortam hava sıcaklığı ve konfor hesaplama sonuçları



Şekil 6. İstanbul ili 18-24 Temmuz haftası için yol genişliği değişkenine bağlı dış ortam hava sıcaklığı ve konfor hesaplama sonuçları



Şekil 7. İstanbul ili 18-24 Temmuz haftası için FAR oranı değişkenine bağlı dış ortam hava sıcaklığı ve konfor hesaplama sonuçları

2.3.2. Diyarbakır ili için hesaplama sonuçları

Diyarbakır ili için kentsel ısı adası etkisi ve dış ortam konfor koşulu hesaplamaları yapılmıştır. Hesaplama sonuçları, yıllık ortalama dış hava sıcaklığı olarak bulgulara ve aylık kentsel ısı adası etkisinin (UHI) gösterimi olarak Şekil 8'de verilmiştir. Ayrıca, kentsel ısı adası etkisi ve dış ortam konfor koşulunun FAR oranı ve yol genişliği değişkenlerine bağlı olarak değişimlerinin gösterimi 18-24 Ocak ve 18-24 Temmuz haftaları için ayrı ayrı olmak üzere Şekil 9 ile 12 arasında gösterilmiştir.

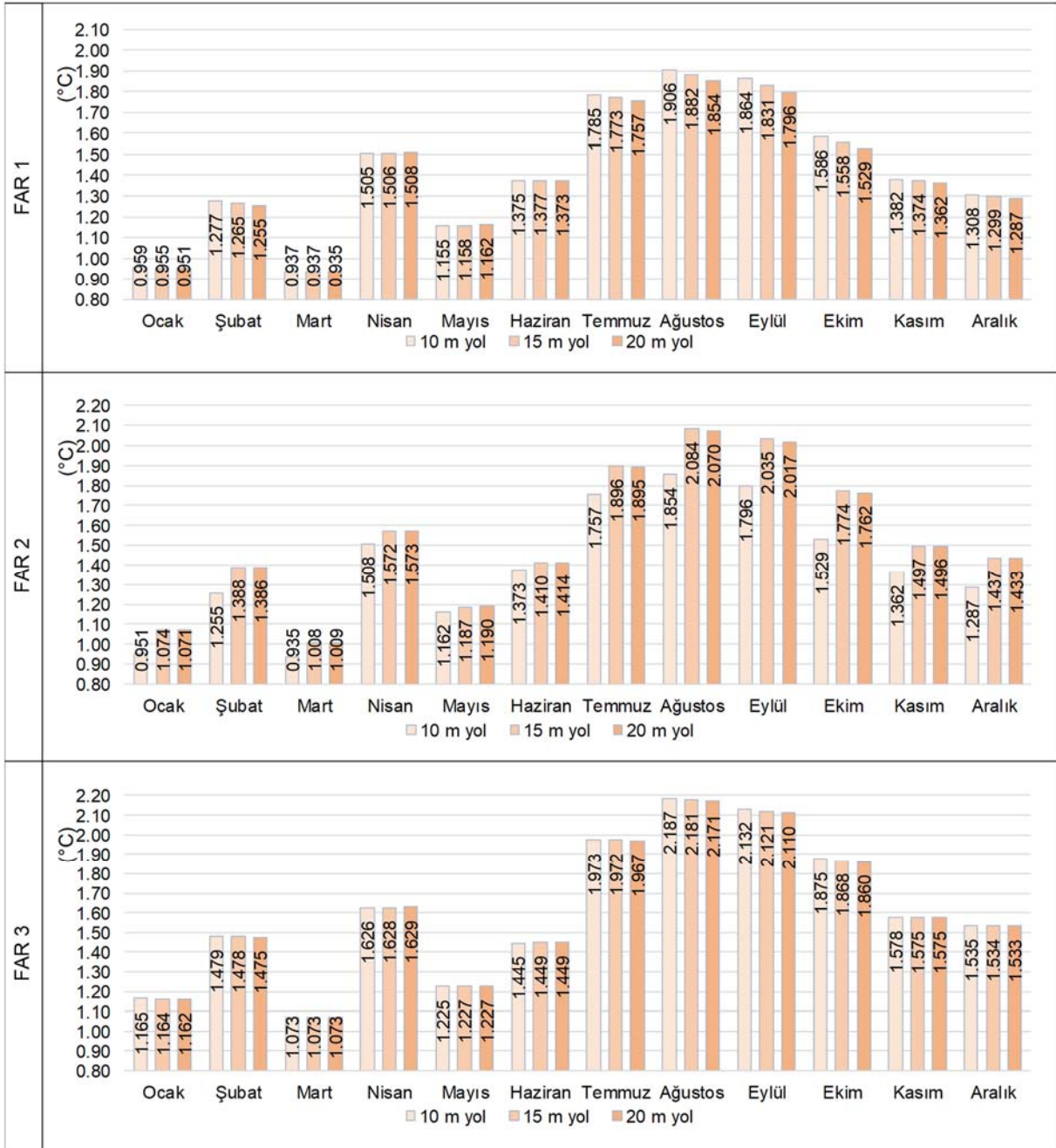
Diyarbakır ili için, geliştirilen avlulu yerleşme dokusu seçenekleri ile yapılan simülasyon sonuçları değerlendirildiğinde;

- Tüm yerleşme senaryoları için oluşan dış hava sıcaklığı değeri kırsal hava durumu dosyasındaki dış hava sıcaklığı değerinden büyüktür. Dolayısıyla, yerleşmeler üzerinde ısı adası etkisi oluşmaktadır.
- Avlulu bina grupları ile geliştirilen FAR oranı ve yol genişliği değişkenlerine bağlı yerleşme dokusu alternatifleri arasındaki yıllık ortalama ısı adası etkisi 1.397 C° ile 1.607 C° arasında değişmektedir. Yıllık ortalama dış hava sıcaklığı değeri ise, kırsal hava durumu dosyasında 14.845 C° iken, kentsel hava durumu dosyalarındaki değerlerin 16.242 C° ile 16.453 C° arasında değiştiği gözlenmiştir.
- Yıllık ortalama en yüksek ısı adası etkisi FAR 3 ve 10m yol genişliği seçeneği ile gerçekleşmiştir (1.607 C°).
- Yerleşme senaryolarındaki FAR oranı sabit olup, yol genişliği arttıkça ısı adası etkisinin azaldığı, yol genişliği sabit olup, FAR oranı arttığında ise ısı adası etkisinin arttığı gözlenmiştir.
- Yerleşmelerde, ısıtma dönemini temsil eden 21 Ocak günü içinde olacak şekilde 18-24 Ocak günleri ve soğutma dönemini temsil eden 21 Temmuz günü içinde olacak şekilde 18-24 Temmuz günleri arasındaki yol genişliği arttıkça ortalama ısı adası etkisinde düşüş gözlenmiştir (Tablo 6).

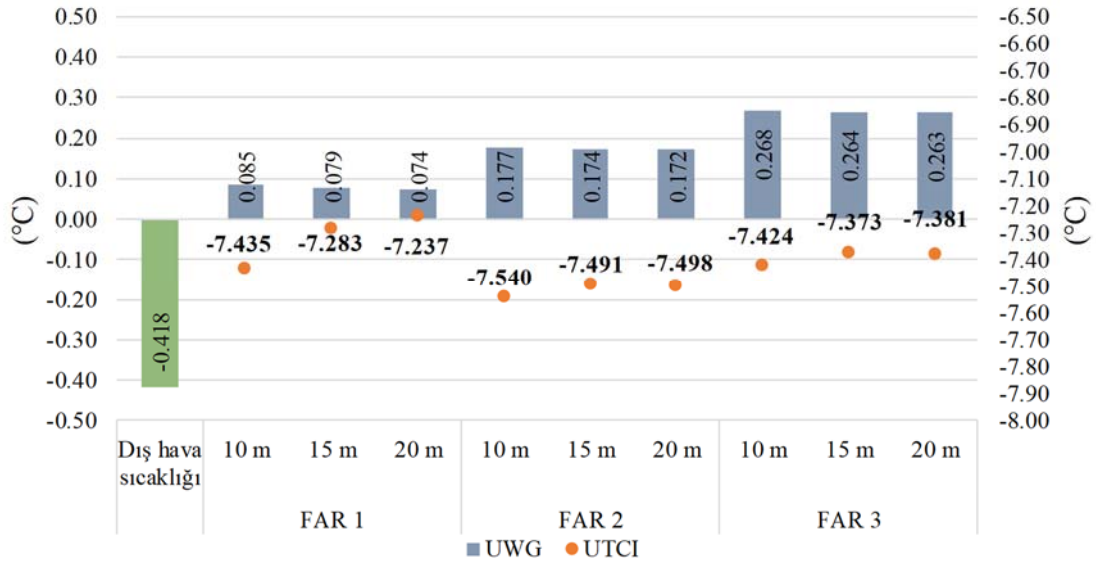
Tablo 6: 18-24 Ocak ve Temmuz için ısı adası etkisi değişimi

Dönem	FAR 1			FAR 2			FAR 3		
	10 m	15 m	20 m	10 m	15 m	20 m	10 m	15 m	20 m
18-24 Ocak	0.503	0.497	0.493	0.596	0.593	0.590	0.686	0.683	0.682
18-24 Temmuz	1.382	1.375	1.357	1.481	1.481	1.480	1.552	1.550	1.546

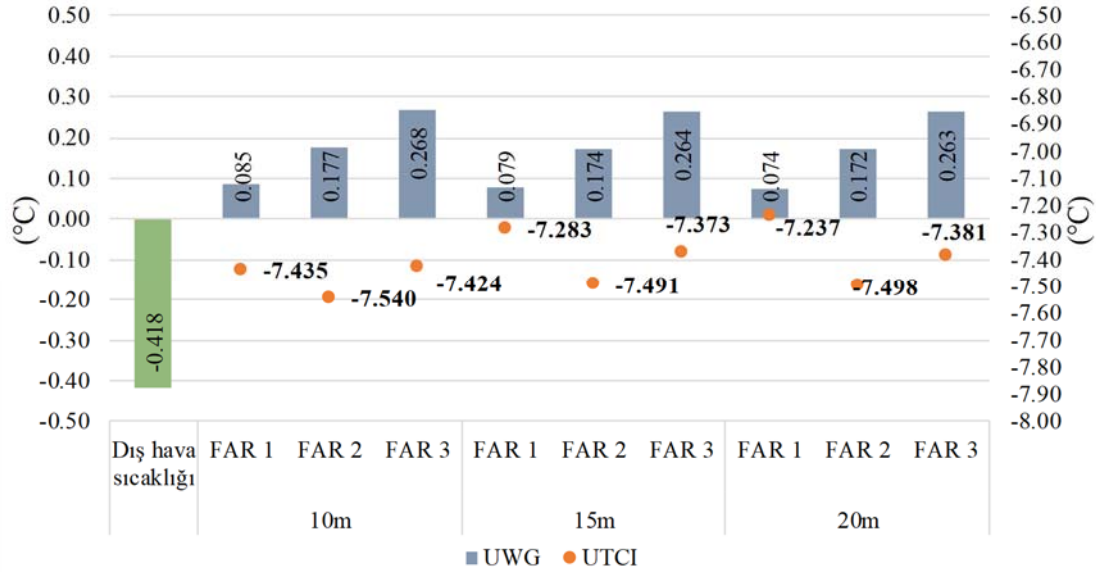
- Dış ortam konfor koşulu değerlendirmelerine gelindiğinde; kış koşullarında, yerleşmedeki yol genişliği arttığında; dış ortam konfor koşulu nötr koşula yaklaşmakta olup, -7.54 C°'den -7.237 C°'ye yükselerek insanın dış ortamdaki konfor durumunu temsil eden UTCI indeksi aralıklarında "Orta derecede (moderate cold stress)" aralığına denk gelmektedir.
- Yerleşmedeki Far oranı arttığında da; dış ortam konfor koşulu UTCI indeksi aralıklarında "Orta derecede (moderate cold stress)" aralığına denk gelmektedir. Ancak, Far oranı 2 olan yerleşme seçeneklerindeki dış ortam konfor koşulu değer olarak daha düşüktür.
- En kötü ile en iyi senaryo arasındaki derece bakımından UTCI farkı 0.303 C°'dir.
- Yaz koşullarında, yerleşmedeki yol genişliği arttıkça, dış ortam konfor koşulu UTCI indeksi "Güçlü (strong heat stress)" aralığına denk gelmektedir. Ancak, UTCI değerinin 31.171 C° ile 33.365 C° arasında değiştiği gözlenmiştir.
- Yerleşmedeki Far oranı arttığında, dış ortam konfor koşulu UTCI indeksi aralıklarında "Güçlü (strong heat stress)" aralığına denk gelmektedir.
- En kötü ile en iyi senaryo arasındaki derece bakımından UTCI farkı 0.514 C°'dir.



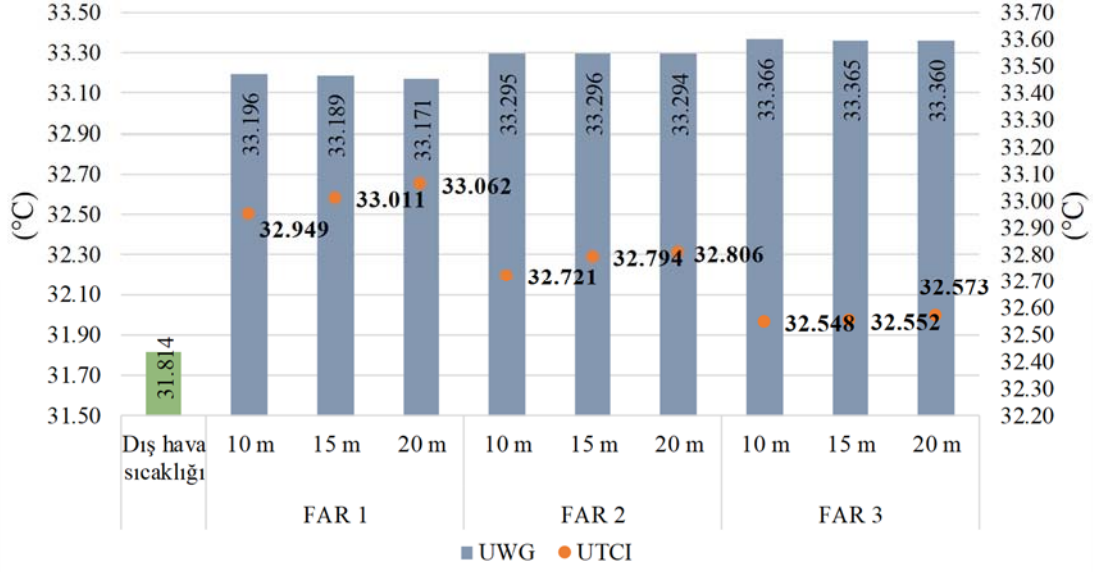
Şekil 8. Diyarbakır ili için aylık kentsel ısı adası (UHI) etkisi değişimi



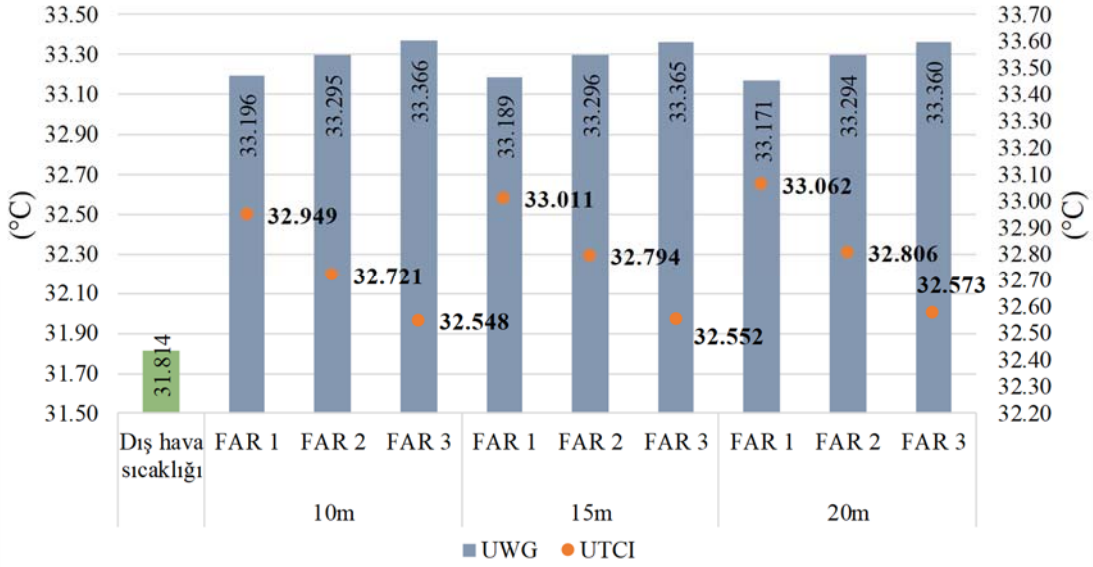
Şekil 9. Diyarbakır ili 18-24 Ocak haftası için yol genişliği değişkenine bağlı dış ortam hava sıcaklığı ve konfor hesaplama sonuçları



Şekil 10. Diyarbakır ili 18-24 Ocak haftası için FAR oranı değişkenine bağlı dış ortam hava sıcaklığı ve konfor hesaplama sonuçları



Şekil 11. Diyarbakır ili 18-24 Temmuz haftası için yol genişliği değişkenine bağlı dış ortam hava sıcaklığı ve konfor hesaplama sonuçları



Şekil 12. Diyarbakır ili 18-24 Temmuz haftası için FAR oranı değişkenine bağlı dış ortam hava sıcaklığı ve konfor hesaplama sonuçları

SONUÇ

Çalışmada, yerleşmelerdeki yoğunluğun artması ile birlikte oluşan çevresel sorunların mikro-iklim üzerindeki etkisi; kentsel ısı adası ve dış ortam konfor koşulu hesaplamaları ile değerlendirilmiştir. Çalışma, farklı iklim özellikleri gösteren ancak TS825 "Isı Yalıtım Kuralları" standardına göre aynı derece gün bölgesinde yer alan İstanbul ve Diyarbakır illerinde gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın bulguları aşağıda özetlenmiştir.

- Her iki il için de tüm yerleşme senaryoları için oluşan dış hava sıcaklığı değeri kırsal hava durumu dosyasındaki dış hava sıcaklığı değerinden büyüktür. Dolayısıyla, yerleşmeler üzerinde ısı adası etkisi oluşmaktadır.
- Avlulu bina grupları ile geliştirilen FAR oranı ve yol genişliği değişkenlerine bağlı yerleşme dokusu seçenekleri arasındaki yıllık ortalama ısı adası etkisi İstanbul ili için 0.322 C° ile 0.399 C° arasında değişirken, Diyarbakır ili için 1.397 C° ile 1.607 C° arasında değiştiği gözlenmiştir. Bu durumda, Diyarbakır ilinde yerleşmeler üzerindeki ısı adası etkisinin daha yüksek olduğu saptanmıştır.
- İstanbul ve Diyarbakır illerinde yol genişliği arttıkça kentsel ısı adası etkisi eğiliminde değişkenlik gözlenmiştir. İstanbul ilinde yıllık ortalama kentsel ısı adası etkisinin en fazla olduğu yerleşme dokusu seçeneği Far oranı 3 yol genişliği 20 m olan seçenek olurken, Diyarbakır ilinde ise Far oranı 3 ve yol genişliği 10 m seçeneği olmuştur. Diyarbakır ilinde tüm yerleşme yoğunluğu seçeneklerinde yol genişliği arttığında ısı adası etkisi azalmıştır. İstanbul ilinde ise Far oranı 1 olan yerleşme seçeneklerinde yol genişliği arttığında ısı adası etkisi azalırken, Far oranı 2 ve 3 olan yerleşme seçeneklerinde artmaktadır. Bu farklılığın; iklim bölgelerinin etkisinde, dış hava sıcaklıklarına bağlı olarak binalardan yayılan iklimlendirme sistemi kaynaklı atık ısı ve binalar ve kaldırımların termal kütesinden gece yayılan ısı nedeniyle oluştuğu düşünülebilir.
- Her iki ilde de yerleşmelerde, ısıtma dönemini temsil eden 18-24 Ocak günleri arasında yol genişliği arttıkça ortalama ısı adası etkisinde düşüş gözlenmiştir. 18-24 Temmuz günleri arasında ise İstanbul ili için ortalama kentsel ısı adası etkisinde artış gözlemlenirken Diyarbakır ilinde düşüş gözlenmiştir.
- Kış koşullarında, tüm yerleşme dokusu alternatifleri için dış ortam konfor koşulu değerlendirmeleri yapıldığında, İstanbul ili için UTCI indeksi "Güçlü soğuk (Strong cold stress)" aralığındayken, Diyarbakır ili için "Orta derecede (moderate cold stress)" aralığındadır. İstanbul ili için en kötü ile en iyi senaryo arasındaki derece bakımından UTCI farkı 0.235 C°, Diyarbakır için 0.303 C°'dir.
- Yaz koşullarında ise, İstanbul ili için UTCI indeksi "Nötr (no thermal stress)" aralığındayken, Diyarbakır ili için "Güçlü (strong heat stress)" aralığındadır. İstanbul ili için en kötü ile en iyi senaryo arasındaki derece bakımından UTCI farkı 0.922 C°, Diyarbakır için 0.514 C°'dir.

TS 825 Standardına göre aynı derece gün bölgesinde yer alan ancak farklı iklimsel özelliklere sahip olan İstanbul ve Diyarbakır illerinde yerleşmelerin çevresel parametrelere bağlı olarak kentsel ısı adası etkisi ve dolayısıyla dış ortam konfor koşulu değerlendirmeleri yapıldığında birbirinden farklı eğilim ve değerlere sahip sonuçlarının elde edildiği saptanmıştır. Bu çalışma ile bina ve yerleşmelerde enerji etkin ve konfor koşullarının sağlanabileceği tasarımların gerçekleştirilebilmesi için birçok değişkenin etkili olabileceği ve her zaman değişkenlerin bileşik etkilerinin göz önünde bulundurulması gerektiği görülmüştür. Yerleşmenin boyutsal özelliklerinin farklı bölgeler için ne kadar etkili olabileceği de ele alınmıştır. Bu çalışmadan elde edilen bilgiler doğrultusunda, gelecekteki kent yoğunluğu ile ilgili yapılacak çalışmalarda, bina tipolojilerinin de bina ve yerleşme ölçeğinde yapılacak çalışmalarda etkileri analiz edilerek araştırılabilir. Bu şekilde, morfolojik değişkenlerin de doğru tasarım kararlarıyla kullanıldığında elde edilebilecek faydaları dikkate alınarak doğru bina ve yerleşme tasarımları mümkün olabilir.

TEŞEKKÜR

Bu çalışma, “Bina ve Yerleşme Tasarımında İklim Değişikliği ile Uyumlu Enerji Etkin Bir Yaklaşımın Geliştirilmesi” başlıklı İstanbul Teknik Üniversitesi BAP Doktora Tez projesinin bir ürünüdür. Projenin desteklenmesinden ötürü İstanbul Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi’ne teşekkürlerimizi sunarız.

KAYNAKLAR

- [1] IPCC, “Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change”, Cambridge University Press. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 3-32, doi:10.1017/9781009157896.001, 2021.
- [2] ZHANG, D., XU, J., ZHANG, Y., WANG, J., HE, Z., ZHOU, X. “Study on sustainable urbanization literature based on Web of Science, scopus, and China national knowledge infrastructure: A scientometric analysis in CiteSpace”, Journal of Cleaner Production, 264, 121537, 2020.
- [3] TALEGHANI, M., TENPIERIK, M., VAN DEN DOBBELSTEEN, A., SAILOR, D.J., “Heat in courtyards: A validated and calibrated parametric study of heat mitigation strategies for urban courtyards in the Netherlands”, Solar Energy, 103, 108-124, 2014.
- [4] PALME, M, INOSTROZA, L., VILLACRESES, G, LOBATO-CORDERO, A, C, “From urban climate to energy consumption. Enhancing building performance simulation by including the urban heat island effect,” Energy Build, 145, 107-120, 2017.
- [5] CALLEJAS, A I.J., CLEONICE DURANTE, L., DIZ-MELLADO, E., GAL’AN-MARÍN, C., “Thermal sensation in courtyards: Potentialities as a passive strategy in tropical climates. Sustainability”, 12 (15), 6135, 2020.
- [6] BOURBIA, F., BOUCHERİBA, F., “Impact of street design on urban microclimate for semi arid climate (Constantine)”, Renew. Energy, 35, 343-347, 2010.
- [7] EVOLA, G., COSTANZO, V., MAGRI, C., MARGANI, G., MARLETTA, L., NABONI, E. “A novel comprehensive workflow for modelling outdoor thermal comfort and energy demand in urban canyons: Results and critical issues”, Energy and Building, 216, 109946, 2020.
- [8] BUENO, B., NORFORD, L., HIDALGO, J., PIGEON, G., “The urban weather generator”, Journal of Building Performance Simulation, 6, 269-281, 2013.
- [9] BUENO, B., ROTH, M., NORFORD, L., LI, R., “Computationally efficient prediction of canopy level urban air temperature at the neighbourhood scale”, Urban Climate, 9, 35-53, 2014.
- [10] SALVATI, A., MONTI, P., ROURA, H.C., CECERE C., “Climatic performance of urban textures: Analysis tools for a Mediterranean urban context”, Energy Buildings, 185, 162-179, 2019.
- [11] MANGAN, S.D., KOÇLAR O.G., SÖZEN İ., ERDEMİR K. İ., “Evaluation of settlement textures in terms of building energy, economic performance, and outdoor thermal comfort”, Sustainable Cities and Society, 56, 102110, 2020.
- [12] HAMDAN, D.A., OLIVEIRA, F., L, “The impact of urban design elements on microclimate in hot arid climatic conditions: Al Ain City”, UAE, Energy and Buildings, 200, 86-103, 2019.
- [13] PERINI, K., CHOKHACHIAN, A., DONG, S., AUER, T., “Modeling and simulating urban outdoor comfort: Coupling ENVI-Met and TRNSYS by Grasshopper”, Energy and Buildings, 152, 373-384, 2017.
- [14] NATANIAN, J., AUER, T., “Beyond nearly zero energy urban design: A holistic microclimatic energy and environmental quality evaluation workflow”, Sustainable Cities and Society, 56, 102094, 2020.
- [15] DAWODU, A., CHESHMEHZANGIA, A. “Impact of Floor Area Ratio (FAR) on Energy Consumption at Meso Scale in China: Case Study of Ningbo Glossary of Terms for Thermal Physiology (2003)”. Journal of Thermal Biology 28, 75-106, 2017.
- [16] UNIVERSAL THERMAL CLIMATE INDEX, www.utci.org, Son erişim tarihi: 20 Aralık 2022.
- [17] İBRAHİM, Y., KERSHAW, T., SHEPHERD, P., ELKADY, H., “Multi-objective optimisation of urban courtyard blocks in hot arid zones”, Solar Energy, 240, 104-120, 2022.

- [18] NATANIAN, J., ALEKSANDROWICZ, O., AUER, T., “A parametric approach to optimizing urban form, energy balance and environmental quality: The case of Mediterranean districts”, Appl. Energy 254 (113637), 1-17, 2019.
- [19] NATANIAN, J., AUER, T., “Beyond nearly zero energy urban design: A holistic microclimatic energy and environmental quality evaluation workflow”, Sustain. Cities Soc., 56, 102094, 1-11, 2020.
- [20] NATANIAN, J., DE LUCA, F., WORTMANN, T., CAPELUTO, G., “The Solar Block Generator: an additive parametric method for solar driven urban block design. In: Journal of Physics: Conference Series”, 2021.
- [21] NATANIAN, J., MAIULLARI, D., YEZIORO, A., AUER, T., “Synergetic urban microclimate and energy simulation parametric workflow. In: Journal of Physics: Conference Series”, 2019.
- [22] NABONI, E., MELONI, M., MACKEY, C., KAEMPF, J., “The simulation of mean radiant temperature in outdoor conditions: A review of software tools capabilities. Paper presented at the. In Proceedings of the 16th IBPSA Conference”, 2019.
- [23] TS 825, “Binalarda Isı Yalıtım Kuralları”, Türk Standardları Enstitüsü, 2013.
- [24] FIALA, D., HAVENITH, G., BRÖDE, P., KAMPMANN, B., JENDRITZKY, G., “UTCI Fiala multi-node model of human heat transfer and temperature regulation”. Int.J. Biometeorol. 56, 429-441, 2012.
- [25] HARITA GENEL MÜDÜRLÜĞÜ (HGM), “Türkiye Jeodezik Ağlar Haritası”, <https://www.harita.gov.tr/sunum/> Son erişim tarihi: 20 Kasım 2022.
- [26] Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK), Nüfus ve Konut Sayımı, 2021.
- [27] YUEYANG, H., ABEL, T., NYUK, H., “Effects of non-uniform and orthogonal breezeway networks on pedestrian ventilation in Singapore's high-density urban environments”, Urban Climate, 24, 460-484, 2018.

ÖZGEÇMİŞ

Eda KÖSE MURATHAN

1992 yılı Trabzon doğumludur. 2015 yılında KTÜ Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünü bitirmiştir. 2019 yılında İTÜ Çevre Kontrolü ve Yapı Teknolojileri Programında Yüksek Mimar ünvanını almıştır. 2019 yılı itibariyle İTÜ Yapı Bilimleri Doktora Programında Doktora öğrenimine devam etmektedir. Aynı üniversitede 2017 yılından itibaren Araştırma Görevlisi olarak görev yapmaktadır. Bina ve yerleşmelerde enerji etkin tasarım konularında çalışmaktadır.

Gülten MANIOĞLU

Mimar Gülten Manioğlu 1993 yılından bu yana İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesinde öğretim görevlisidir. Binaların Enerji Etkin Tasarımı konularında çeşitli araştırma projelerinde yer almıştır. Enerji Etkin, Bina Tasarımı, Ekolojik Mimarlık, Binalarda Güneş Enerjisi Kullanımı, Binalarda Su Korunumu, Yerleşmelerde Yağmur Suyu Eldesi konularında çeşitli çalışmaları ve yayınları vardır. 2009-2018 yılları arasında Uluslararası Yapı Fiziği Derneğinde (IABP) yönetim kurulu üyeliği yapmış olan G. Manioğlu, şu anda İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi Mimarlık Bölümünde, Fiziksel Çevre Kontrolü alanında Doçent olarak eğitim, öğretim, araştırma ve akademik çalışmalarına devam etmektedir.