

Termal Konfor Açısından Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Zihni Derin Yerleşkesinin Görüntü İşleme Yöntemleri ile Analizi

Analysis of RTEÜ Zihni Derin Campus with Image Processing Methods in Terms of Thermal Comfort

 Gülçay Ercan OĞUZTÜRK¹,  Caner MURAT²

Özet

Son dönemlerde artan yapılaşmalar, çevre kirlilikleri vb. çevre sorunları ile kentlerin termal konforu olumsuz etkilenmektedir. Rize kenti için önemli bir yere sahip olan Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi (RTEÜ) Zihni Derin yerleşkesinde farklı özelliklere sahip alanlar, farklı yapı malzemeleri ve bitki dokuları termal kamera ile görüntülenmiştir. 2023 yılı ağustos ayı içerisinde aynı bakı, yükseklik ve yakın fiziksel özelliklere sahip (yeşil alan, gölgelendirme ve malzeme tipi) alanlardan seçilen mekânların yüzey sıcaklık değişimleri, 10 farklı alanda termal kamera kayıtlarının görüntü işleme metotları ile analiz edilmesiyle ortaya koyulmuştur. Aynı gün içerisinde 15:00-16:00 saatleri arasında yapılan ölçümler sonucu yeşil alan, sert zeminler ve yapı malzemeleri arasındaki yüzey sıcaklık farkları belirlenmiştir. Bu veriler doğrultusunda ölçümü yapılan bölgelerin termal konfor bakımından ideal aralıkta olma durumları tespit edilmiştir. Bu değerlendirmeler sonucunda kentsel alanlardaki termal konfor açısından bitkilerin önemli olduğu, yapılan tasarımlarda bitkisel alanların, ahşap zeminlerin ve gölgelendirmelerin artırılması gerektiği görülmüştür. Bu çalışmanın benzer çalışmalar için öncü olması düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Üniversite yerleşkeleri, Termal Kamera, Termal Konfor, Görüntü İşleme

Abstract

Recently, increasing construction, environmental pollution, etc. As environmental problems increase, the thermal comfort of cities is negatively affected. Areas with different characteristics, different building materials and plant tissues were imaged with a thermal camera in the Zihni Derin campus of Recep Tayyip Erdoğan University (RTEÜ), which has an important place for the city of Rize. In August 2023, the surface temperature changes of places selected from areas with the same aspect, elevation and similar physical properties (green area, shading and material type) were revealed by analyzing thermal camera records in 10 different areas with image processing methods. As a result of the measurements made between 15:00-16:00 on the same day, surface temperature differences between green areas, hard floors and building materials were determined. In line with this data, it has been determined that the measured areas are within the ideal range in terms of thermal comfort. As a result of these evaluations, it was seen that plants are important in terms of thermal comfort in urban areas and that plant areas, wooden floors and shading should be increased in the designs. This study is thought to be a pioneer for similar studies.

Keywords: University campuses, Thermal Camera, Thermal Comfort, Image Process

Geliş Tarihi: 06.12.2023, Düzeltme Tarihi: 18.12.2023, Kabul Tarihi: 21.12.2023

Adres¹: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Peyzaj Mimarlığı Bölümü
 Adres²: Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Elektrik Elektronik Müh. Bölümü

E-mail: caner.murat@erdogan.edu.tr

1. Giriş

Son yıllarda görülen nüfus artışı, kentsel alanlardaki çevre ve hava kirliliği gibi faktörler, bu alanlarda yaşayan kişilerin yaşam kalitesini olumsuz etkilemektedir. Artan yapılaşma ve yol ağlarının genişlemesi ile yeşil alanların kısıtlı alanlarda kalması sonucu kentsel alanlarda termal konforun azalması ve çeşitli çevresel sorunların yaşanmasına sebep olmaktadır (Takebayashi, 2009). Kentsel alanlar için önemli bir yere sahip olan yeşil alanlar, kullanıcılara fiziksel ve psikolojik olarak avantaj sunmalarının yanı sıra (Parsons, 2002; Payton, 2008; Carlson, 2010; Nordh, 2011) termal konfor açısından da katkı sağlamaktadırlar.

Bu bağlamda yeşil alanlar sadece estetik açıdan değil, termal konfor açısından da oldukça önemlidir (Yılmaz, 2007; Canan, 2019).

Üniversiteler, kentsel alanlar için önemli rol oynamakta olup, alternatif yeşil alan oluşturmak için yüksek potansiyele sahip, kentsel ekosistemlerin bileşenleridir (Oğuztürk G. E., 2023). Kentlerde alternatif yeşil alanlar sunarak; suyun etkin kullanılması, hava kalitesinin artırılması, sürdürülebilir yeşil alanlar oluşturması, doğal bitki türlerine kullanarak ekolojik sürdürülebilirlik vb. kent konforu üzerinde etkili bir faktördür ve bütüncül olarak değerlendirilmeleri önemlidir (Çorbacı Ö. L., 2017; Çorbacı Ö. L., 2018; Güneroğlu, 2018; Çorbacı Ö. L., 2021; Oğuztürk G. E., 2022; Oğuztürk G. E., 2023). Son dönemlerde kentsel konfor çalışmaları kapsamında yöntem olarak termal kamera kullanımı ön plana çıkmıştır. Termal kameralar aracılığı ile yüzey sıcaklık ölçümleri yapılarak, bu veriler ışığında kentsel yaşam alanlarının mevcut durumları tespit edilerek geleceğe yönelik iyileştirmelerin yapılması açısından önemli bilgiler sağlamaktadır (Smigaj, 2015).

Peyzaj planla ve tasarım bağlamında, termal görüntüleme, karmaşık görüntü işleme yöntemleri tarafından desteklenen önemli bir araç olarak ortaya çıkmaktadır. Termal analiz uygulaması, açık hava ortamlarındaki sıcaklık dinamiklerinin incelenmesinde ince detaylar sağlamaktadır. İnvaziv olmayan yöntemlerle, bu yöntem mikro iklim nüansları, termal konfor eşiklerini ve enerji dağılımını ayırt eder. Kızılötesi termal görüntülemenin hızlı sağladığı bilgiler, açık alanların optimizasyonunda bilinçli kararlar alınmasına katkıda bulunur; bu da insan konforu, bitki büyüme parametreleri ve enerji korunumu için düşünce noktalarını içerir. Bu, termal görüntülemenin geleneksel sektörlerin ötesindeki adaptasyonunu vurgular ve özellikle sürdürülebilir peyzaj tasarımı ve planlama bağlamında akademik alandaki önemini kurar (Vadivambal, 2011).

Son yıllardaki nüfus artışı ve buna bağlı olarak kentsel alanlardaki hava ve çevre kirliliği, enerji tüketiminin artması gibi birçok sebep bu alanlardaki yaşam kalitesini düşürmektedir. Bu alanlarda yaşayan kişilerin ihtiyaçlarını karşılamak için artan konut, yol, ticaret alanları vb. alanların genişlemesi ile yeşil alanların azalması ve yetersizliği daha da ön plana çıkmaktadır. Bu da kentsel alanlarda termal açıdan konforsuz ve birçok çevre sorununu beraberinde getirmektedir. Kentsel alanlardaki yeşil alanlar kent konforu açısından oldukça önemlidir. Bu konuda birçok çalışma yapılmış ve yapılmaya da devam etmektedir (Yılmaz, 2007; Canan, 2019)

Kentsel alanlar için önemli bir yere sahip olan Üniversite yerleşkeleri karbon döngüsü, su yönetimi, doğal bitki kullanımı ve sürdürülebilir yeşil alan kullanımları bakımından kent konforu için oldukça önemli bir yere sahiptir. Son dönemlerde kentsel konfor çalışmalarında birçok yöntem kullanılmaktadır. Termal konforlu alanları belirlemede termal kamera kullanımı da son dönemlerde hız kazanmıştır. Termal kameralar ile yüzey sıcaklık ölçümleri yapılmaktadır. Kentsel yaşam alanlarının mevcut durumlarını tespit ederek ileriye dönük iyileştirmeler yapmak açısından kullanılmaktadır (Smigaj, 2015)

Bu çalışma kapsamında da Rize için önemli bir yere sahip olan RTEÜ Zihni Derin yerleşkesindeki seçili alanların yüzey sıcaklığı ölçülerek kent konforuna olan katkısı ortaya koyulmuştur. Termal kamera ölçümlerinin değerlendirilmesiyle Rize kentsel mekânları açısından yaz aylarında yaşanan yüzey sıcaklığının azaltılması ve termal konfor seviyesinin artırılması için öneriler geliştirilmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda termal konforu yüksek kent ortamı yaratmayı ön plana çıkartan ve yeşil alan kullanımını destekleyen yaklaşımın gerekliliği vurgulanmıştır. Bu veriler ışığında elde edilen bilgilerin kent alanlarındaki planlamalarda öncü olacağı, benzer çalışmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

2. Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı olarak Rize ili Fener mahallesinde yer alan RTEÜ Zihni Derin yerleşkesi seçilmiştir. Yerleşkede Spor Bilimleri Fakültesi, Hukuk Fakültesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İlahiyat Fakültesi, Su Ürünleri Fakültesi, Fen Edebiyat Fakültesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Sağlık Hizmetleri Meslek Yüksekokulu, Adalet Meslek Yüksekokulu, Yabancı Diller Yüksekokulu, Rektörlük binası ve idari binalar yer almaktadır.

Yürütülen bu çalışmada yerleşke içerisinde seçilen farklı özelliklerdeki alanların 2023 Ağustos ayında yapılan termal kamera ölçümleri değerlendirilmiştir. Çalışma alanında açık havada yapılmış olan ölçümler yerden 1,5 m yükseklikte ve saat 15:00-16:00

civarlarında aynı bakı, yükseklik ve yakın fiziksel özelliklere sahip (yeşil alan, gölgelendirme ve malzeme tipi) alanlardan seçilmeye özen gösterilmiştir. Ölçüm noktaları yerleşke içerisinde seçilen alanlar; 1: Kütüphane yanı dinlenme alanı, 2: İlahiyat Fakültesi dinlenme alanı, 3: Cami çevresi dinlenme alanı, 4: Lisansüstü Eğitim Enstitüsü dinlenme alanı, 5: Kütüphane önü dinlenme alanı, 6: Sera üst yolu, 7: Kültür merkezi binası batı tarafı, satranç alanı, 8: Lojman yolu merdivenleri, 9: Sera alt yolu, 10: İlahiyat Fakültesi yürüme yolu olarak numaralar halinde tanımlanmıştır (Şekil 1).



Şekil 1. Lokasyon Haritası.

Bu alanların ölçümü için UTİ165 A model termal kamera kullanılmıştır. Bu doğrultuda alanların sıcaklıkları ölçülmüştür.

Termal Konfor (TS) Hesabı

Çalışma alanında termal konforu etkileyen önemli faktörler sıcaklık ve rüzgâr olduğu için alan içerisindeki rüzgâr yönü tespiti ve sıcaklık ölçümleri yapılmıştır. Araştırma alanı için Rize Meteoroloji 12.Bölge Müdürlüğüne tespit edilen rüzgâr yönünün Kuzey batı ve sıcaklığın ise 33 °C olduğu belirlenmiştir.

Givoni arkadaşlarının 2003 yılında yaptıkları çalışmada, Japonya ve İsrail gibi iki çok farklı bölgede dış mekân konforu üzerine araştırmalar yapmıştır. Bulgularına dayanarak, Givoni, insanların dış mekânda termal konfor durumunu hava sıcaklığı, güneş radyasyonu ve rüzgâr hızı fonksiyonu olarak tahmin etmek için Denklem 1'de gösterilen formülü geliştirmiştir.

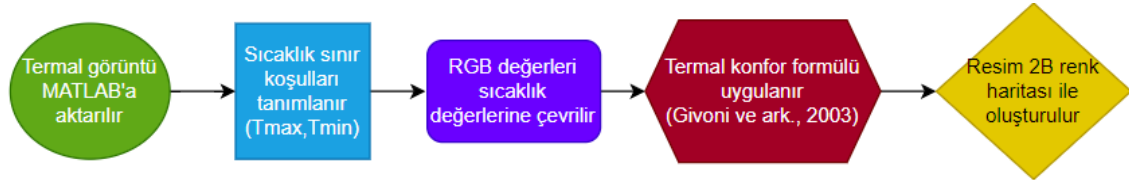
Çalışmanın sonuçlarına göre, göreceli nemin konfor algısı üzerinde istatistiksel olarak anlamsız bir etkisi olduğu gösterilmiştir (Givoni, 2003; Cheng, 2006).

$$TS=1.2+0.1115*T_a+0.0019 * S - 0.3185 * u \quad (\text{Denklem 1})$$

Burada TS, termal konfor; T_a , havanın anlık sıcaklığı; S, Güneş radyasyonu (W/m^2) ve u, rüzgâr hızıdır (m/s). TS, 1 ile 7 arasında değerler oluşturmakta ve bu değerler aşağıdaki gibi nitelendirilmektedir: 1 (aşırı soğuk), 2 (soğuk), 3 (serin), 4 (normal), 5 (sıcak), 6 (çok sıcak), 7 (dayanılmaz sıcak).

Denklem 1, Rize bölgesi için uyarlandığında rüzgâr hızı Ağustos ayında 1 m/s, ve güneş radyasyonu ise 200 W/m^2 olarak kullanılmıştır.

Termal kamera görüntüsünden termal konfor hesaplatan bir görüntü işleme algoritması MATLAB (matris laboratuvarı) kodu ile gösterilmiştir (Şekil 2). Bu algoritma, BMP dosya uzantılı bir görüntüsü üzerinden sıcaklık analizi yaparak, belirli bir sıcaklık aralığı içinde termal konfor haritalarını üretir. İlk olarak, görüntü işleme süreci için gerekli olan veriler yüklenir ve belirlenen sıcaklık aralığına dönüştürülür. Oluşturulan sıcaklık haritaları, orijinal görüntü ile birlikte görselleştirilir, ardından termal konfor haritası hesaplanır. Bu kod parçası, sıcaklık analizi için temel bir rehber sağlayarak, kentsel mekânlarda konforun değerlendirilmesine ve iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır.



Şekil 2. Termal kamera görüntüsünden termal konfor hesaplatan görüntü işleme algoritması.

Şekil 2’de algoritması verilen MATLAB kodu, termal konfor analizinde kullanılan bir görüntü işleme sürecini gerçekleştirir. İlk olarak, “imageData” değişkenine belirtilen dosya yolundaki bir BMP görüntüsü yüklenir. Ardından, sıcaklık aralığı “maxTemperature” ve “minTemperature” değişkenleriyle belirlenir. Daha sonra, “convertRGBtoTemperature” fonksiyonu çağrılarak RGB renk değerleri belirtilen sıcaklık aralığına dönüştürülür. Oluşturulan sıcaklık verileri, orijinal görüntü ve sıcaklık haritası olarak iki ayrı figürde görselleştirilir. İlk olarak, orijinal görüntü “imshow” fonksiyonu ile görüntülenir ve başlık eklenir. Ardından, sıcaklık verileri renkli bir harita ile gösterilir, renk aralığı belirtilen sıcaklık değerleri arasında olacak şekilde ayarlanır. Daha sonra, termal duygu haritası hesaplanır. Güneş radyasyonu (S) ve rüzgâr hızı (u) belirlenen sabit değerlerle birlikte kullanılarak, Denklem 1’e göre termal duygu değerleri hesaplanır. Elde edilen termal duygu

haritası da bir figür üzerinde renkli bir harita olarak gösterilir. Son olarak, “convertRGBtoTemperature” fonksiyonu, RGB renk değerlerini sıcaklık değerlerine dönüştüren özel bir fonksiyon olarak tanımlanmıştır. Bu fonksiyon, görüntüdeki kırmızı renk kanalındaki yoğunluğu kullanarak belirtilen sıcaklık aralığına doğrusal bir dönüşüm uygular. Bu kod parçası, görüntü işleme ve sıcaklık analizi konularında temel bir anlayış sunarak, termal konfor değerlerinin belirlenmesi ve görselleştirilmesi için bir rehber niteliğindedir.

3. Bulgular

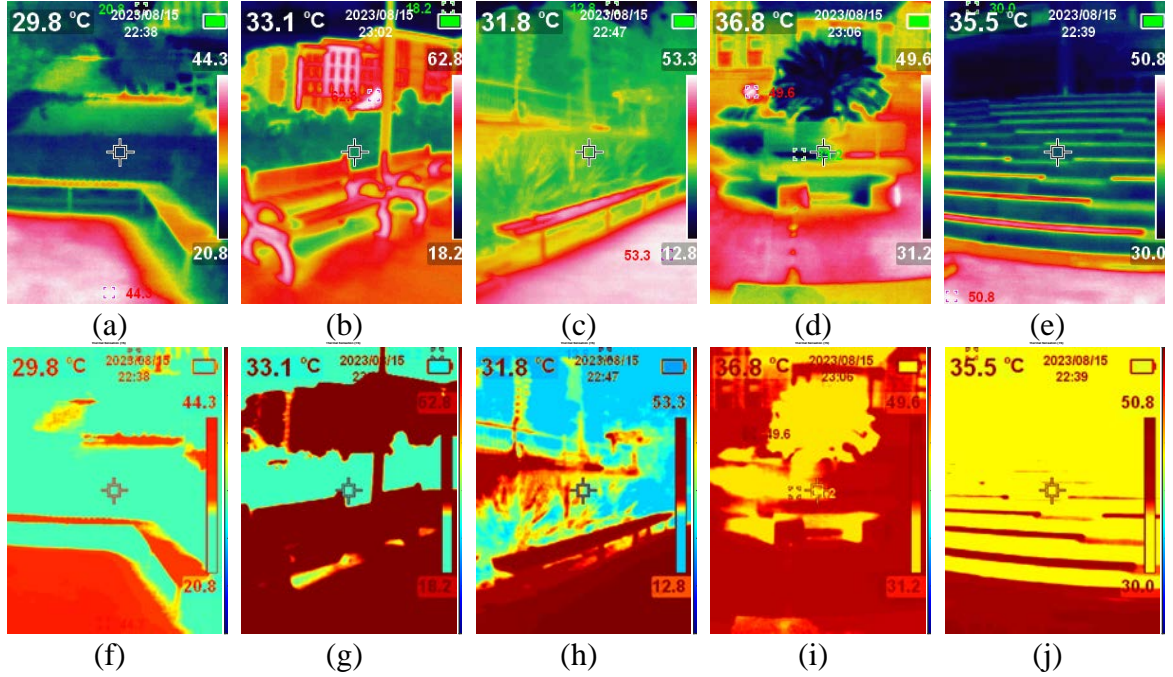
Materyal ve Yöntem bölümünde tanımlanan çalışmalar sonucunda ilgili bölgelerdeki en yüksek, en düşük ve ortalama sıcaklıklar tespit edilmiştir (Tablo 1). Bu sıcaklık ölçüm değerleri yeşil alan, malzeme tipi ve gölgelendirmenin mevcudiyetine göre farklı sonuçlar oluşturmuştur. Bu fiziksel özellikler sonucunda farklı sıcaklık ölçümlerinin oluşması tasarım açısından önemli bir veridir. Böylece yapılacak olan kentsel alan çalışmalarına öncülük olarak kullanıcılar için termal konforu ideal aralıkta olan mekânlar oluşturulacaktır.

Çizelge 1. RTEÜ Zihni Derin Yerleşkesinde 2023 Ağustos ayında termal kamera ile yapılan yüzey sıcaklık ölçüm değerleri (1 nolu alan kütüphane yanı dinlenme alanı, 2 nolu alan ilahiyat fakültesi dinlenme alanı, 3 nolu alan cami çevresi dinlenme alanı, 4 nolu alan lisansüstü eğitim enstitüsü dinlenme alanı, 5 nolu alan kütüphane önü dinlenme alanı, 6 nolu alan sera üst yolu, 7 nolu alan satranç alanı merdivenleri, 8 nolu alan lojman yolu merdivenleri, 9 nolu alan sera alt yolu, 10 nolu alan ilahiyat fakültesi yürüme yolu; TS: Termal Konfor).

Bitkisel Ve Yapısal Alan	Malzeme Tipi	Ağaçlandırma	Gölgelendirme	En Düşük Yüzey Sıcaklığı (°C)	En Yüksek Yüzey Sıcaklığı (°C)	Ortalama Yüzey Sıcaklığı (°C)	TS
1	Tahta	Var	Var	20.8	44.3	29.8	3
2	Tahta	Var	Yok	18.2	62.8	33.1	3
3	Tahta	Var	Yok	12.8	53.3	31.8	2
4	Demir	Var	Yok	31.2	49.6	36.8	5
5	Beton	Yok	Var	30.0	50.8	35.5	5
6	Beton	Var	Yok	46.4	12.5	30.6	6
7	Beton	Var	Var	55.6	10.6	37.0	4
8	Beton	Yok	Var	47.1	30.4	33.2	5
9	Beton	Var	Yok	46.3	3.9	29.0	6
10	Taş	Yok	Yok	57.6	18.1	41.5	7

RTEÜ Zihni Derin yerleşkesinde gerçekleştirilen termal kamera ölçümleri, çeşitli alanlarda yapılan incelemelerle elde edilen verileri içermektedir. Şekil 3'de sunulan termal kamera ölçüm görüntüleri, kütüphane yanı, ilahiyat fakültesi, cami alanı, lisansüstü eğitim enstitüsü ve kütüphane önü oturma alanlarına aittir. Bu alanlarda gerçekleştirilen termal kamera ölçümleri kullanılarak görüntü işleme metotları ile termal konfor haritalarını

hesaplanmıştır. Elde edilen termal konfor haritaları, yapılan ölçümler sonucu belirlenen sıcaklık değişimlerini göstermektedir. Bu termal kamera ölçüm görüntüleri ve elde edilen termal konfor haritaları, kentsel alanlardaki termal konfor açısından önemli bilgiler sunmaktadır. Özellikle yapılan önerilerin uygulanmasıyla, çevresel faktörlerin etkisi altında olan kentlerde daha sağlıklı ve konforlu açık alanlar oluşturulması hedeflenmektedir. Bu veriler, planlama ve tasarım süreçlerinde bitkisel alanların ve çeşitli yüzey özelliklerinin kullanımının artırılması konusunda yol gösterici olacaktır.

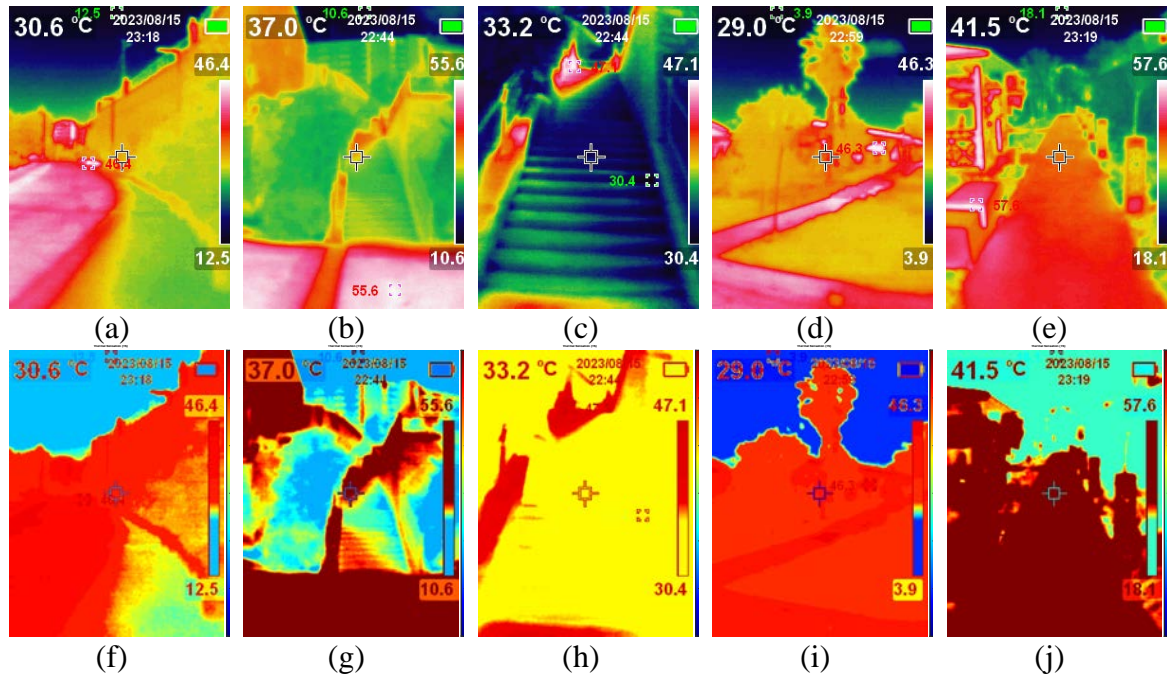


Şekil 3. (a) kütüphane yanı, (b) ilahiyat fakültesi, (c) cami alanı, (d) lisansüstü eğitim enstitüsü, (e) kütüphane önü oturma alanlarının termal kamera ölçüm görüntüleri ve sırası ile bunlara karşılık gelen görüntü işleme sonucu elde edilmiş termal konfor haritası (f), (g), (h), (i), (j).

Şekil 3(f)'deki 1 nolu kütüphane yanı oturma alanının termal konfor analizi, oturma ve zemin bölgelerinde 6 birimlik termal konforun çok sıcak olarak tanımlandığını, aynı zamanda baş, gövde ve bacakları kapsayan geniş bir bölümde 3 birimlik termal konforun normal seviyede olduğunu göstermiştir. Şekil 3(g)'deki 2 nolu ilahiyat fakültesi oturma alanının termal konfor analizinde ise, oturma ve zemin bölgelerinde dayanılmaz sıcak olarak belirlenen 7 birimlik termal konfor değeri ile birlikte, baş, gövde ve bacakları kapsayan geniş bir bölümde 3 birimlik termal konforun gözlemlendiği tespit edilmiştir. Şekil 3(h)'deki 3 nolu cami alanı oturma alanının termal konfor analizinde oturma, zemin ve bacak bölgelerinde tanımlanan termal konfor değeri 7 birimdir, bu bölgelerde çok sıcak olarak belirlenen bir termal konfor durumu mevcuttur. Baş ve gövde bölgelerinde ise serin olarak tanımlanan 2 birimlik termal konfor belirlenmiştir. Son olarak, Şekil 3(i)'deki 4 nolu

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü ve Şekil 3(j)'deki 5 nolu kütüphane önü oturma alanlarının termal konfor analizi incelendiğinde; oturma, zemin ve bacak bölgelerinde dayanılmaz sıcak olarak belirlenen 7 birimlik termal konfor değeri hesaplanmıştır. Aynı alanlarda baş ve gövde bölgelerinde ise 5 birimlik termal konfor değeri belirlenmiştir. Bitki ve gölgelendirmenin termal konforu olumlu yönde etkilediğini gösteren bu sonuçlar, bu öğelerin kullanılmadığı bölgelerin özellikle yaz aylarında kullanılmadığını ve kentsel tasarım süreçlerinde bitki ve gölgelendirmenin önemli bir strateji olarak ele alınması gerektiğini öne sürmektedir.

Şekil 3'de incelenen oturma alanlarına odaklı termal konfor analizine ek olarak, Zihni Derin Yerleşkesinde bulunan yürüme yolları ve merdivenlerin termal konfor analizi Şekil 4'de gerçekleştirilmiştir. Yürüme yolları ve merdivenlerin peyzaj tasarımı, gölgelendirmesi ve yapısında kullanılan malzemeler termal konfor üzerinde doğrudan etkisi olmuş ve sonuçlar analiz edilmiştir.



Şekil 4. (a) sera üst yolu, (b) satranç sahası merdiveni, (c) lojman merdiveni, (d) sera alt yolu, (e) ilahiyat fakültesi yürüme yolu termal kamera ölçüm görüntüleri ve sırası ile bunlara karşılık gelen görüntü işleme sonucu elde edilmiş termal konfor haritası (f), (g), (h), (i), (j).

Şekil 4(f)'deki 6 nolu sera üst yolunun termal konfor analizi, 6 birimlik termal konforun çok sıcak olarak değerlendirildiğini göstermiştir. Bu görselde yolun sadece sağ tarafında yeşil alan bulunduğundan termal konforu istenilen seviye yaklaştırmaya yetmemiştir. Sol tarafında bitki grubu bulunan ve her iki tarafında gölgelendirme bulunan Şekil 4(g)'deki 7 nolu satranç sahası merdiveni termal konfor analizi incelendiğinde, bu

alanın termal konfor değerinin 3-4 birim arası olarak serin belirlendiği görülmüştür. Şekil 4(h)'deki 8 nolu lojman merdiveninin ise her iki tarafında gölgelendirme olup, yeşil alan olmaması termal konfor analizinde sıcak olarak tanımlan 5 birime yakın sonuçlar oluşmasını sağlamıştır. Şekil 4(i)'deki 9 nolu sera alt yolunda termal konforu yeşil alan olmasına rağmen gölgelendirme olmamasından dolayı çok sıcak olarak belirlenen 6 birimlik termal konfor değerine ulaştığı belirlenmiştir. Son olarak Şekil 4(j)'deki 10 nolu gölgelendirme ve bitki grubundan yoksun ilahiyat fakültesi yürüne yolunun 7 birimlik dayanılmaz sıcak olarak tanımlanan termal konfor seviyesi hesaplanmıştır. Şekiller aracılığıyla elde edilen termal konfor analiz sonuçları, yerleşke içindeki çeşitli bölgelerde farklılık göstermektedir. Bu çeşitlilik, dış mekân yolları ve merdivenlerin termal konforunu etkileyen çeşitli tasarım unsurlarından kaynaklanmaktadır. Yapılan değerlendirmeler, açık alan tasarımının ve peyzaj düzenlemelerinin, sıcaklık ve konfor seviyelerini belirlemede kritik bir etken olduğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, kentsel planlama süreçlerinde bu analiz sonuçlarının dikkate alınması, sürdürülebilir ve konforlu kentsel mekânlar oluşturmak adına önemlidir.

4. Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma sonucunda elde edilen verilerde gölgelendirmelerin termal konfor üzerinde en büyük etki oluşturduğu ve ardından yeşil alan mevcudiyetinin termal konforun ideal olmasını sağlayan faktörlerden olduğu görülmüştür. Malzeme tipi termal konforu değiştiren temel bir faktör olmasına rağmen, gölgelendirme ve yeşil alana kıyasla daha az etki ettiği saptanmıştır. Bu doğrultuda yapılacak olan kentsel alan çalışmalarında gölgelendirme ve yeşil alan miktarları artırılıp, kullanılacak olan yapı materyallerinde ahşap ağırlıklı seçim yapılarak termal konfor açısından ideal seçenekler oluşturulabilir.

Kentsel alanlarda termal konfor o alanda yaşayanlar için oldukça önemlidir. Termal konforu ideal olan alanlar kişilerin yaşam kalitelerini olumlu etkilediği gibi verimlilik ve üretkenliklerine de katkı sağlamaktadır. Bu yüzden bu alanların artması kent kullanıcıları açısından önem arz etmektedir. Yerleşkeler kentler açısından temsil niteliğindeki alanlar olduğu için yerleşkelerin dinlenme alanlarında ve yürüyüş yollarında bu etkilerin artırılması açısından yeşil alanlara geniş yer verilmesi, malzeme tiplerinin bu alanlara göre seçilmesi kent kullanıcıları ve yerleşke kullanıcıları açısından önemlidir. Üretkenliğin ön planda olduğu yerleşke alanlarında bu verimliliği arttırmak ve kullanıcılara çalışmalarında sosyal olarak destek sağlamak açısından yapılacak olan tasarım ve planlama çalışmalarında bu faktörler göz önüne alınmalıdır.

Kaynaklar

- Canan, F., Golasi, I., Ciancio, V., Coppi, M., & Salata, F. (2019). Outdoor thermal comfort conditions during summer in a cold semi-arid climate. A transversal field survey in Central Anatolia (Turkey). *Building and Environment*, 148(1), 212-224.
- Carlson, A. (2010). Contemporary Environmental Aesthetics and the Requirements of Environmentalism. *Environmental Values*, 19, 289-314.
- Cheng, V., & Ng, E. (2006). Thermal comfort in urban open spaces for Hong Kong. *Architectural Science Review*, 49(3), 236-242.
- Çorbacı, Ö. L., (2017). A Review of Karabuk University Iron And Steel Campus According To Planting Design Principles. E. M. Peter Lang içinde, *Sustainable Landscape Planning and Desing*.
- Çorbacı, Ö. L., & Ertekin M. (2018). The Most Recent Studies in Science and Art. A. A. Hasan Arapgırlıoğlu içinde, (*Sustainable Green Campuses*) Gece Publishing.
- Çorbacı, Ö. L., & Bayramoğlu E. (2021). Drought Tolerant Landscape Design Approach Example of RTE Campus. *Fresenius Environmental Bulletin*, 11948-11955.
- Givoni, B., Noguchi, M., Saaroni, H., Pochter, O., Yaacov, Y., Feller, N., & Becker, S. (2003). Outdoor comfort research issues. *Energy and Buildings*, 77-86.
- Güneroğlu, N., Bekar, M., Aktürk, E., & Dihkan, A. (2018). Kentsel Yeşil Alan Sistemlerinde Hobi Bahçeleri; Karadeniz Teknik Üniversitesi Kanuni Kampüs Örneği. *International Journal Of Social And Humanities Sciences Research (Jshsr)*, 2253-2263.
- Nordh, H., Alalouch, C., & Hartig, T. (2011). Assessing restorative components of small urban parks using conjoint methodology. *Urban Forestry & Urban Greening*, 95-103.
- Oğuztürk, G. E., & Pulatkan, M. (2022). Üniversite Yerleşkelerinin Bütüncül Planlama Yaklaşımıyla Değerlendirilmesinin Bibliyometrik Analiz İle İrdelenmesi. *Düzce Üniversitesi Orman Fakültesi Ormancılık Dergisi*, 18(2), 1-13.
- Oğuztürk, G. E., & Pulatkan, M. (2023). Evaluation Of Urban University Campuses Within The Scope Of Sustainability; Some Urban Campus Examples. *In Landscape Research III*, Lyon: Livre de Lyon, 111-134.
- Oğuztürk, G. E., & Pulatkan, M. (2023). Interaction of Urban and University Campuses; KTU Kanuni Campus Example. *Architectural Sciences and Urban/Environmental Studies-I*, 22-43.

- Parsons, R., & Daniel, T. C. (2002). Good looking: in defense of scenic landscape aesthetics. *Landscape and Urban Planning*, *60*(1), 43-56.
- Payton, S., Lindsey, G., Wilson, J., Ottensmann, J. R., & Man, J. (2008). Valuing the benefits of the urban forest: a spatial hedonic approach. *Journal of environmental planning and management*, *51*(6), 717-736.
- Smigaj, M., Gaulton, R., Barr, S.L., & Suárez, J. C. (2015). Uav-Borne Thermal Imaging for Forest Health Monitoring: Detection of Diseaseinduced Canopy Temperature Increase. *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial information*, *40*(3), 349-354.
- Takebayashi, H., & Moriyama, M. (2009). Study on the urban heat island mitigation effect achieved by converting to grass-covered parking. *Solar Energy*, *83*(8), 1211-1223.
- Vadivambal, R., & Jayas, D. S. (2011). Applications of thermal imaging in agriculture and food industry—a review. *Food and bioprocess technology*, 186-199.
- Yilmaz, S., Toy, S., & Yilmaz, H. (2007). Human Thermal Comfort over Three Different Land Surfaces during summer in the City of Erzurum, Turkey. *Atmosfera*, *20*(3), 289-297.