URLA TERMAL KONFOR RAPORU

İZMİR BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ

izpa İzmir Planlama Ajansı

URLA TERMAL KONFOR RAPORU

Süpervizörler

Koray Velibeyoğlu, Prof. Dr.

Hamidreza Yazdani

Pelin Özden, Dr. Öğr. Üyesi (İzmir Kavram Meslek Yüksekokulu)

Yazarlar

Burçak Karlı Ölmez

Mehmet Kaya

Redaksiyon

Çiçek Ş. Tezer, Dr.

Grafik Tasarım

Betül Çeçen

Yönetim Yeri

İzmir Planlama Ajansı

Konak Mahallesi 848 Sok. No: 77 Ahmet Ağa Konağı 35250 Konak - İzmir

Kaynak Gösterim

Karlı Ölmez, B., & Kaya, M. (2025). *Urla Termal Konfor Raporu*.

İzmir Planlama Ajansı. İzmir Büyükşehir Belediyesi.

© 2025

© İzmir Büyükşehir Belediyesi İzmir Kent Kitaplığı / İZELMAN A.Ş., 2024

e-ISBN 978-625-6793-47-7

İzmir Planlama Ajansı'nın ücretsiz yayınıdır. Tüm hakları saklıdır.

Tanıtım için yayımlanacak yazılar dışında,

İzmir Planlama Ajansı'nın yazılı izni alınmadan çoğaltılamaz ve satılamaz.

İZMİR BÜYÜKŞEHİR BELEDİYESİ | izpa İzmir Planlama Ajansı

İÇİNDEKİLER

GİRİŞ **1**

1. ÇALIŞMA ALANI **2**

2. TERMAL KONFOR **3**

2.1. Termal Konforun Ölçümünde PET İndeksi 5

3. MATERYAL VE YÖNTEM **6**

3.1. Sayısal Yüzey Modeli (DSM) ve DEM Verisi Hazırlığı 7

DEM (Sayısal Yükseklik Modeli) 7

DSM (Sayısal Yüzey Modeli) 7

3.2. Sky View Factor (SVF) Hesaplaması 7

3.3. Arazi Örtüsü Sınıflandırması 7

3.4. Meteorolojik Veri Hazırlığı 8

3.5. Termal Konfor Hesaplamaları (PET) 8

4. BULGULAR **10**

4.1. Haziran Ayı Ortalama Radyant Sıcaklık (Tmrt) Değerlendirmesi 10

4.2. Ocak Ayı Ortalama Radyant Sıcaklık (Tmrt) Değerlendirmesi 11

4.3. Kasım Ayı Ortalama Radyant Sıcaklık (Tmrt) Değerlendirmesi 12

4.4. Nisan Ayı Ortalama Radyant Sıcaklık (Tmrt) Değerlendirmesi 14

4.5. Haziran Ayı PET Değerlendirmesi - Pilot Bölgeler 16

4.6. Ocak Ayı PET Değerlendirmesi - Pilot Bölgeler 18

4.7. Nisan Ayı PET Değerlendirmesi - Pilot Bölgeler 19

4.8. Kasım Ayı PET Değerlendirmesi - Pilot Bölgeler 21

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ **22**

KAYNAKLAR **23**

GİRİŞ

Termal konfor, bireylerin açık alanlarda yürürken, otururken ya da ayakta dururken çevresel koşullara bağlı olarak hissettikleri ısı konfor düzeyini ifade eder[1]. Bu kavram, sadece fiziksel bir rahatlık göstergesi değil; aynı zamanda kamusal alan kullanımı, yürüme isteği, fiziksel aktivite düzeyi ve hatta kent sağlığı açısından da kritik bir öneme sahiptir. Özellikle yaz aylarında artan sıcaklık ve kent içi ısı adası etkisi, açık alanlarda bulunan bireyler üzerinde fizyolojik stres yaratmakta, bu da kent içi yaya hareketliliğini ve yaşanabilirlik düzeyini doğrudan etkilemektedir.

Kentsel planlama yaklaşımlarının giderek daha fazla iklim odaklı hâle geldiği günümüzde, termal konfor değerlendirmeleri kent morfolojisi, yüzey malzemeleri, gölgelik alanlar ve bitki örtüsü gibi mekânsal bileşenlerin insan sağlığı üzerindeki etkilerini ortaya koymak açısından temel bir araç hâline gelmiştir. Bu bağlamda Urla ilçesi, coğrafi konumu, doğal rüzgâr koridorları ve Akdeniz ikliminin etkisi altında olması nedeniyle termal konfor analizleri için özgün bir örnek teşkil etmektedir.

İzmir il merkezine yaklaşık 38 km uzaklıkta yer alan Urla, hem kıyısal hem de iç bölgelere uzanan karmaşık bir morfolojik yapıya sahiptir. 728 km² yüzölçümüne sahip ilçe; denizle iç içe geçmiş tepeleri, zeytinlikleri, orman alanları ve kıyı yerleşimleri ile çeşitlilik arz eden bir peyzaj sunar. Ancak artan yapılaşma, azalan geçirgen yüzeyler ve gölgelik alanların yetersizliği, özellikle yaz aylarında merkez mahallelerde hissedilen ısı stresini artırmaktadır.

Bu çalışma, Urla ilçe merkezindeki yaklaşık 690 hektarlık kentsel alan içinde yaya düzeyinde hissedilen termal konfor koşullarının mekânsal dağılımını analiz etmeyi amaçlamaktadır. Çalışma, İzmir Planlama Ajansı'nın iklim dostu planlama vizyonu kapsamında, açık alanlarda yaşayan, çalışan veya dolaşan bireylerin maruz kaldığı termal konfor düzeylerini değerlendirerek, kentsel mekânların ısı stresine karşı daha dirençli hâle getirilmesi yönünde politika üretimine katkı sağlamayı hedeflemektedir.

Çalışmada kullanılan yöntem, Urban Multi-scale Environmental Predictor (UMEP) araçlarıyla desteklenen SOLWEIG modeli aracılığıyla her mevsimi temsil eden günler için yaya düzeyinde termal konforun temel göstergelerinden biri olan Ortalama Radyant Sıcaklık (Tmrt) üzerinden değerlendirme yapılmasına dayanmaktadır. Bu analiz, gökyüzü açıklığı (SVF), arazi örtüsü sınıflandırması ve ERA5 meteorolojik verilerinin birleşimiyle yürütülmüştür.[2] [3] [4]

Sonuçlar, hem mevcut açık alanların iklimsel performansını değerlendirme hem de gelecekteki mekânsal planlama kararlarında iklim adaptasyon stratejileri geliştirme açısından yol gösterici olacaktır.

---

[1] Zuretti vd., 2023
[2] Zuretti vd., 2023
[3] Lindberg vd., 2018
[4] Lindberg vd., 2019

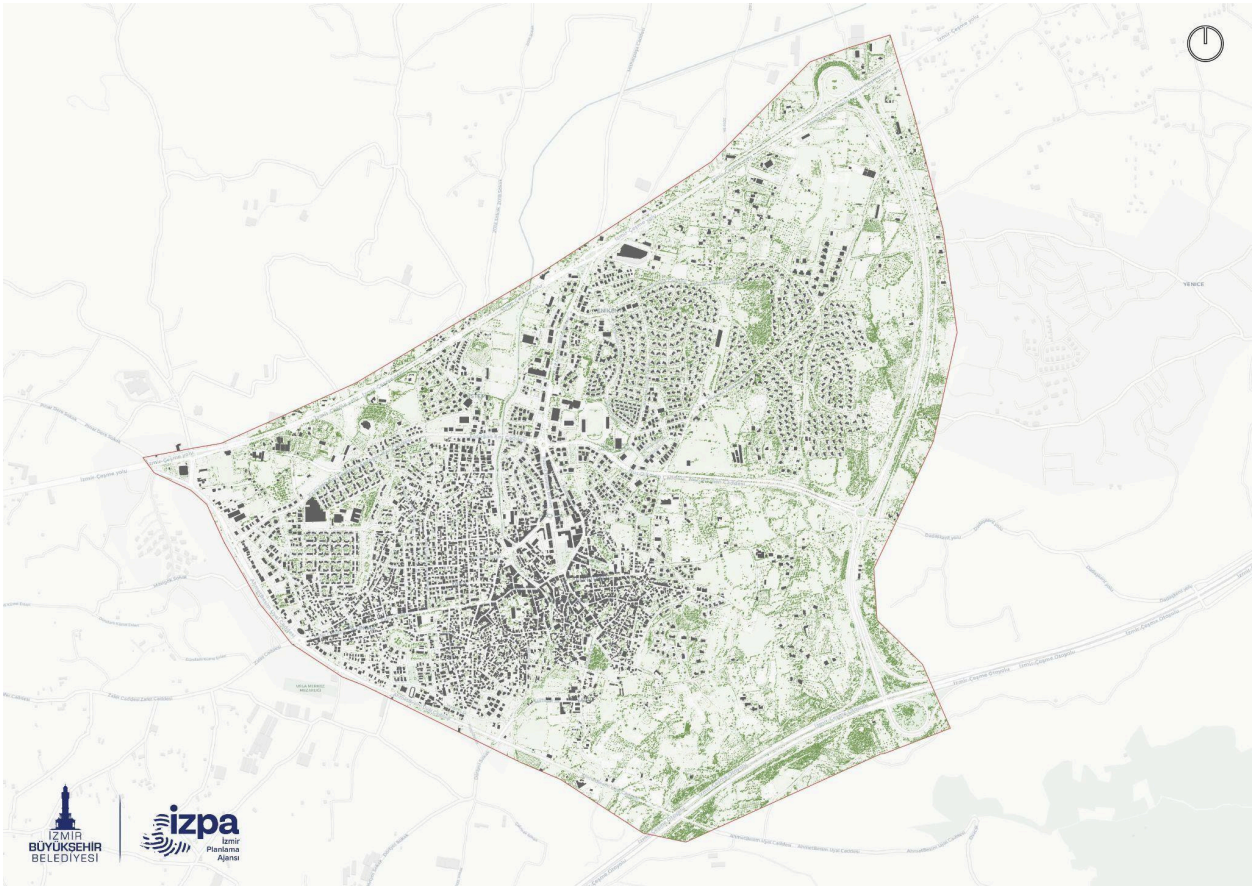
1. ÇALIŞMA ALANI

Bu çalışma, İzmir ili sınırları içerisinde yer alan Urla ilçesinin merkez mahallelerini kapsayan yaklaşık 690 hektarlık bir alanda yürütülmüştür. İnceleme alanı, hem kıyı ile etkileşimli olması hem de artan yapılaşma baskısı altında dönüşüm geçiren kentsel dokusu nedeniyle mikroiklim koşulları ve termal konfor açısından özgün bir yapıya sahiptir. Yerleşim alanı, Akdeniz iklim kuşağında yer almakta olup yazları sıcak ve kurak, kışları ise ılık ve yağışlı bir iklim özelliği gösterir. Bununla birlikte, İzmir Körfezi'nin etkisi ve yarımada topografyasına bağlı doğal hava sirkülasyonu, özellikle yaz aylarında gün içi sıcaklık farklarının arttığı, ısı stresinin yoğunlaştığı alanların belirlenmesini gerekli kılmaktadır.

Urla ilçesi, maki bitki örtüsüyle ve zeytinliklerle çevrili, dağlık ve tepelik bir morfolojiye sahiptir. Ancak çalışma alanı olarak ele alınan merkez mahallelerde yapı yoğunluğu yüksektir, geçirgen olmayan yüzey oranı artmıştır ve gölgelik sağlayan bitki örtüsü sınırlı düzeydedir. Bu özellikler, kentsel ısı adası etkisinin daha yoğun hissedilmesine ve yaya düzeyinde konforsuz mikroiklimsel koşulların ortaya çıkmasına neden olmaktadır.

Çalışma alanı, aynı zamanda Urla'nın ekonomik, sosyal ve kültürel merkezini oluşturduğundan, gündelik yaya hareketliliğinin en yoğun olduğu bölgeleri barındırmaktadır. Parklar, kamu yapıları, çarşı alanı, sahil bandı ve ana ulaşım arterleri bu bölgede konumlanmaktadır. Bu durum yaz aylarında ısı kaynaklı fiziksel stresin yaya deneyimini ve alan kullanım biçimlerini doğrudan etkilemesine yol açmaktadır.

Yapılan analizler, Urla'nın bu merkezi alanlarında yaya düzeyindeki termal konforun dört mevsimi temsil eden günler üzerinden değerlendirilmesini ve gölgelik ihtiyacı, ısı stres alanları, kent mobilyası konumları gibi mekânsal stratejilerin geliştirilmesini hedeflemektedir. Böylelikle çalışma alanı, yalnız mevcut durumun teşhisi açısından değil, aynı zamanda gelecekteki iklim adaptasyonu odaklı planlama kararları için bir pilot alan niteliği taşımaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı sınırı

Analiz, İzmir Planlama Ajansı (İZPA) tarafından yürütülen kent iklimi odaklı planlama çalışmalarına katkı sunmak üzere gerçekleştirilmiştir. Özellikle yaz aylarında açık alanlarda yaşayanların, çalışanların ve yaya kullanıcılarının maruz kaldığı termal konfor düzeylerinin belirlenmesi, sürdürülebilir yeşil altyapı politikalarının geliştirilmesi, kent içi mikroiklim stratejilerinin oluşturulması ve plan kararlarının bu doğrultuda yönlendirilmesi açısından önem arz etmektedir.

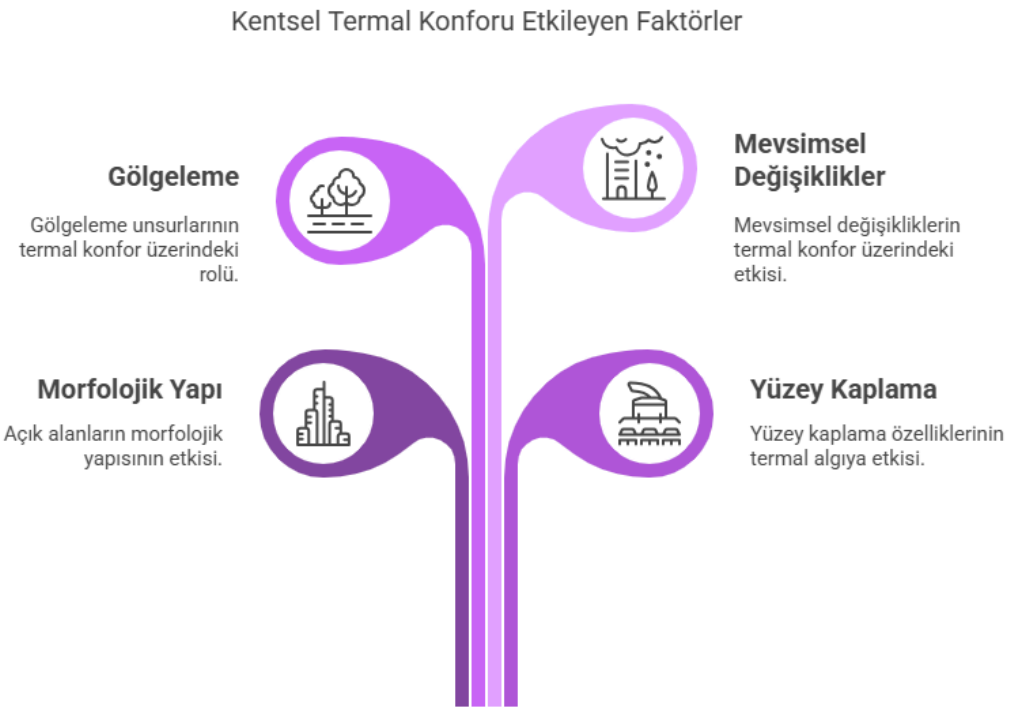
2. TERMAL KONFOR

Termal konfor, bireylerin içinde bulundukları fiziksel çevrede ne çok sıcak ne de çok soğuk hissetmeden, rahat bir şekilde bulunabildikleri durumu tanımlar. Özellikle açık alanlarda yürüyen, oturan ya da ayakta duran bireylerin karşı karşıya kaldığı ısı koşulları, onların fiziksel konforunu olduğu kadar, kamusal alanları kullanma eğilimlerini ve mekânsal davranışlarını da doğrudan etkilemektedir.[5]

[5] Zuretti vd., 2023

Termal konforu belirleyen unsurlar çevresel ve bireysel olmak üzere iki ana grupta toplanabilir[6]. Çevresel faktörler hava sıcaklığı, bağıl nem, rüzgar hızı, yüzey kaplaması, gölgelik varlığı ve yüzey geometrisi gibi bileşenleri içerir. Bireysel faktörler ise giysi yalıtımı (clo), metabolik aktivite (met), yaş, cinsiyet gibi kişiye özgü özelliklerden oluşur. Bu faktörlerin etkileşimi, bireyin belirli bir ortamda termal konfor seviyesini belirler (Şekil 2).[7]

Kentsel ölçekte ele alındığında, termal konfor yalnız bireysel rahatlık değil; kentsel sağlık, erişilebilirlik, yaya hareketliliği, sosyal etkileşim ve açık alan kullanımı gibi pek çok konu üzerinde etkili olan çok boyutlu bir kavramdır. Özellikle iklim değişikliği ile birlikte kent merkezlerinde artan sıcaklıklar, geçirimsiz yüzey oranlarının yükselmesi ve gölgelik alanların azalması, yaz mevsimlerinde dış mekân kullanımı üzerinde ciddi sınırlayıcı etkiler yaratmaktadır. Bu durum, yaşlılar, çocuklar ve kronik hastalık taşıyan bireyler başta olmak üzere kırılgan gruplar için sağlık riski hâline gelebilmektedir.



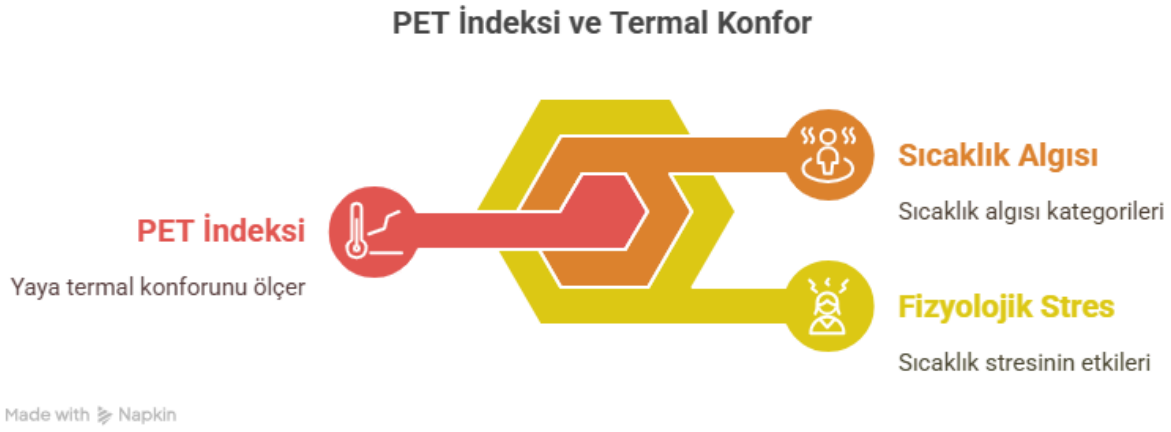
Şekil 2. Termal konforu etkileyen faktörler

Bu nedenle, kent planlama ve tasarım süreçlerinde mikroiklimsel farkındalığın artırılmasına ve açık alanlarda ısı stresinin azaltılmasına yönelik stratejilerin geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Termal konfor analizleri, yeşil altyapı planlaması, gölgelik yapı tasarımı, yaya yollarının yönlendirilmesi ve malzeme seçimi gibi pek çok müdahale alanına bilimsel temel sağlar. Bu bağlamda, Urla' merkezinde gerçekleştirilen termal konfor analizi çalışması, iklim dostu kentleşme stratejileri geliştirmek, kamusal alanların ısı konforunu artırmak ve planlama

[6] Aghamolaei vd., 2022
[7] Höppe, 1999

kararlarını mikroiklim verileriyle desteklemek amacıyla kritik bir rol üstlenmektedir.

2.1. Termal Konforun Ölçümünde PET İndeksi



Şekil 3.PET indeksi ve termal konfor ilişkisi

Bu çalışmada, yaya düzeyinde termal konforun nicel olarak değerlendirilmesi için Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık [Physiological Equivalent Temperature - PET] indeksi kullanılmıştır. PET, insan vücudunun enerji dengesi modeline dayalı olarak, dış çevre koşullarının insanlar üzerinde yarattığı termal etkileri °C cinsinden ifade eden bir biometeorolojik göstergedir. Bu yönüyle, farklı iklim bölgelerinde yaşayan bireylerin algısına daha yakın bir karşılaştırma imkânı sunar.[8]

Çalışmada, UMEP eklentisi içerisindeki SOLWEIG modeli kullanılarak temsilci günler için Tmrt hesaplanmış, daha sonra bu veriler UMEP'in PET Hesaplayıcısı [PET Calculator] aracıyla birleştirilerek her piksel için PET değerleri elde edilmiştir]].[9] Analizde kullanılan PET sınıflamaları aşağıdaki gibidir[10]:

[8] Höppe, 1999
[9] Zuretti vd., 2023
[10] Matzarakis & Amelung, 2008

PET (°C)	Isı Algısı (Thermal Perception)	Fizyolojik Stres Düzeyi (Physiological Stress Grade)
< 4.1	Çok soğuk (Very cold)	Aşırı soğuk stresi (Extreme cold stress)
4.1 – 8.0	Soğuk (Cold)	Güçlü soğuk stresi (Strong cold stress)
8.1 – 13.0	Serin (Cool)	Orta düzeyde soğuk stresi (Moderate cold stress)
13.1 – 18.0	Hafif serin (Slightly cool)	Hafif soğuk stresi (Slight cold stress)
18.1 – 23.0	Konforlu (Comfortable)	Termal stres yok (No thermal stress)
23.1 – 29.0	Hafif sıcak (Slightly warm)	Hafif sıcak stresi (Slight heat stress)
29.1 – 35.0	Sıcak (Warm)	Orta düzeyde sıcak stresi (Moderate heat stress)
35.1 – 41.0	Çok sıcak (Hot)	Güçlü sıcak stresi (Strong heat stress)
> 41.0	Aşırı sıcak (Very hot)	Aşırı sıcak stresi (Extreme heat stress)

Şekil 4. PET aralıklarına göre termal algı ve fizyolojik stres sınıflamaları

Bu aralıklar, çalışma alanındaki her piksel için hesaplanan PET değerlerinin tercih edilebilir veya risk taşıyan termal konfor seviyelerine göre sınıflandırılmasına olanak tanımaktadır. Böylece ısı stresi yüksek alanların haritalanması ve müdahale önceliklerinin belirlenmesi sağlanmıştır.

3. MATERYAL VE YÖNTEM

Bu çalışmada, Urla'nın merkezindeki termal konfor koşullarının yaya düzeyinde değerlendirilmesi amacıyla mekânsal analizler gerçekleştirilmiştir. Çalışma dört temel bileşene dayanmaktadır: dijital yükseklik verisi (DEM), arazi örtüsü sınıflandırması, meteorolojik veri hazırlığı ve termal konfor modellemesi. Kullanılan tüm veriler, raster ve vektör formatlarda mekânsal analiz yazılımları aracılığıyla işlenmiş ve SOLWEIG modeli üzerinden değerlendirilmiştir.

3.1. Sayısal Yüzey Modeli (DSM) ve DEM Verisi Hazırlığı

Termal konfor modellemesinin temel bileşenlerinden biri olan yüzey geometrisi, hem gölge oluşumu hem de gökyüzü açıklığı (SVF) hesaplamaları açısından kritik öneme sahiptir. Bu kapsamda aşağıdaki modeller uygulanmıştır.

DEM (Sayısal Yükseklik Modeli)

Copernicus GLO-30 global dijital yükseklik modelinden[11] sağlanan veriler, yeniden örneklendirme yoluyla 2 metre mekânsal çözünürlüğe getirilmiştir. Bu sayede kentsel ölçekte detaylı yüzey analizleri mümkün kılınmıştır.

DSM (Sayısal Yüzey Modeli)

Bina yükseklikleri ve potansiyel bitki örtüsü kabartıları, mevcut planlama verilerinden elde edilmiş ve raster formatta DSM katmanına dönüştürülerek modellemeye entegre edilmiştir.

3.2. Sky View Factor (SVF) Hesaplaması

Gökyüzü açıklık oranını ifade eden SVF değeri, her pikselin yarı küresel çevresine göre ne kadar açık veya kapalı olduğunu göstermektedir. SVF hesaplaması için aşağıdaki uygulamalar yapılmıştır.

- SOLWEIG eklentisine entegre edilen Sky View Factor (SVF) aracı kullanılmıştır.
- Zemin ve bina DSM verileri temel alınarak piksel bazında SVF rasteri üretilmiştir.
- SVF değerleri 0 (tamamen kapalı) ile 1 (tamamen açık) arasında normalize edilmiştir.

3.3. Arazi Örtüsü Sınıflandırması

Yüzey kaplama türünün, bireyin çevresel radyasyon ve ısı ile etkileşimini doğrudan etkilemesi nedeniyle detaylı bir sınıflandırma süreci uygulanmıştır:

- LIDAR veya *drone* verisi mevcut olmadığından, Google Earth[12] üzerinden elde edilen RGB uydu görüntüleri kullanılmıştır.
- Görseller üzerinde önce kontrolsüz sınıflandırma yapılmış, sonra SOLWEIG'in gereksinim duyduğu 7 temel yüzey sınıfı için toplamda 500 poligonluk eğitim ve doğrulama verisi toplanmıştır.
- Yaprak döken ve dökmeyen bitki örtüsü ayrımı, kış ve bahar aylarına ait Sentinel-2 NDVI fark verisi ile yapılmıştır.

[11] European Space Agency, 2024
[12] Google Earth Pro, 2025

- 20 bantlı bir kompozit *raster* üzerinde makine öğrenmesi ile sınıflandırma gerçekleştirilmiştir.
- Sınıflandırma doğruluğu %80'in üzerine çıkmış ve sonuç katmanı yerel veri setleriyle (bina, yol vb.) zenginleştirilerek analiz için hazırlanmıştır.

3.4. Meteorolojik Veri Hazırlığı

Yıllık mevsimsel termal koşulları temsil edecek günleri belirlemek amacıyla 2023 ve 2024 yıllarına ait günlük veriler analiz edilmiştir. Veriler aşağıda belirtildiği şekilde işlenmiştir.

- *ERA5 reanaliz* veri setinden[13] elde edilmiş; sıcaklık, bağıl nem, rüzgar hızı, kısa ve uzun dalga radyasyon değerleri kullanılmıştır.
- Her mevsim için ortalama iklim koşullarına en yakın gün istatistiksel olarak seçilmiş ve UMEP eklentisi için uygun forma dönüştürülmüştür.[14] [15]

Temsilci günler aşağıdaki gibi belirlenmiştir.

- Kış: 5 Ocak 2024
- İlkbahar: 1 Nisan 2024
- Yaz: 12 Haziran 2024
- Sonbahar: 24 Kasım 2023

3.5. Termal Konfor Hesaplamaları (PET)

Termal konfor değerlendirmeleri, QGIS tabanlı UMEP eklentisi içerisinde yer alan Güneş ve Uzun Dalga Çevresel Işınım Geometrisi [Solar and LongWave Environmental Irradiance Geometry - SOLWEIG] modeli aracılığıyla yürütülmüştür. Modelleme çalışmaları, temsilci günlerde yaya düzeyinde hissedilen ortalama radyant sıcaklığın (Tmrt) hesaplanmasını ve buna bağlı olarak PET indeksinin türetilmesini kapsamaktadır.

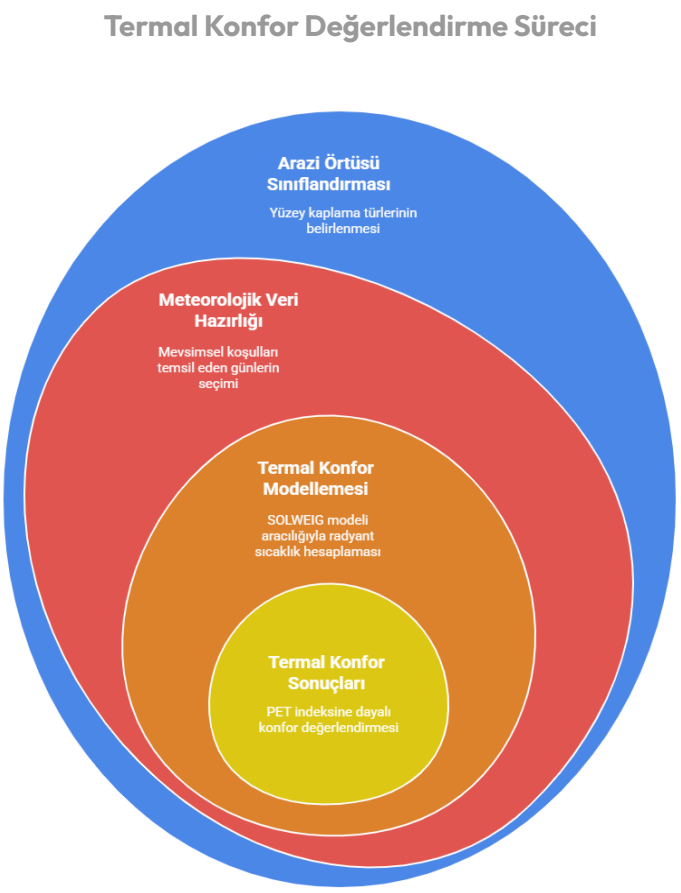
Bu analiz, tüm çalışma alanında değil, termal stresin yoğun olduğu düşünülen üç farklı mekânsal karaktere sahip pilot bölgede gerçekleştirilmiştir:

[13] Hersbach vd, 2020
[14] Lindberg vd., 2018
[15] Lindberg vd., 2019

- Açık Alan Meydan Gölgeleme unsurlarının sınırlı olduğu, sert zemin oranı yüksek merkezi bir alan
- Tarihi Doku Dar sokak yapısına ve farklı yönlenmelere sahip geleneksel kentsel morfoloji
- Yeni Pazar Yeri ve Çevresi Son yıllarda gelişen, karma kullanımlı ve yaya yoğunluğu yüksek açık alan

Her bir bölge için, dört mevsimi temsil eden günlerde model çalıştırılmış; ortalama radyant sıcaklık analizi (Tmrt) gerçekleştirilmiş ve meteorolojik verilerle birleştirilerek PET değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen PET çıktıları, yukarıdaki sınıflandırmayla yorumlanmış ve söz konusu alanların mevsimsel termal konfor düzeyleri değerlendirilmiştir.

Bu sayede, Urla'nın merkezindeki farklı karakterdeki açık alanların ısı stresine maruz kalma düzeyleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş, gelecekte uygulanabilecek mikroiklim iyileştirme stratejileri için öncelikli müdahale alanları belirlenmiştir.



Şekil 5. Termal konfor değerlendirme süreci

4. BULGULAR

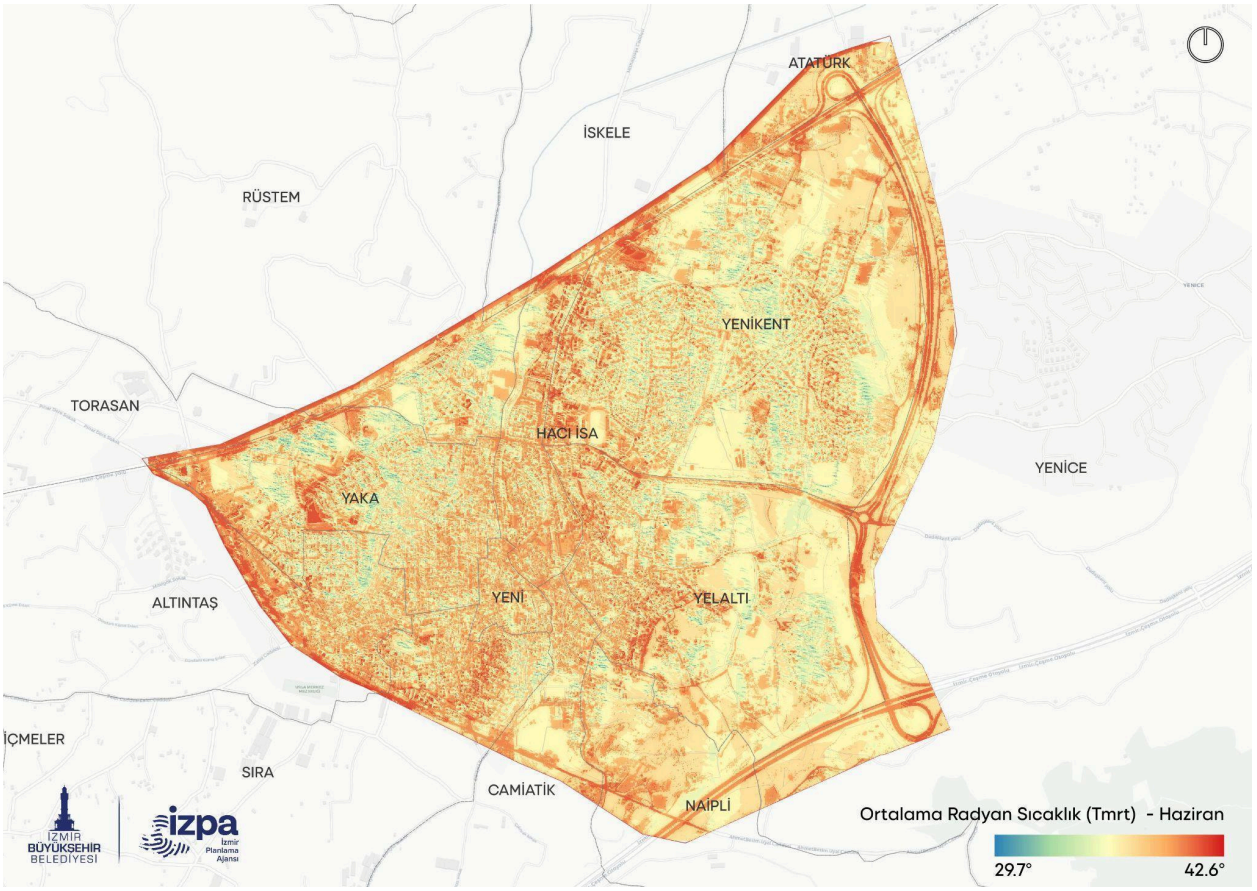
4.1. Haziran Ayı Ortalama Radyant Sıcaklık (Tmrt) Değerlendirmesi

Haziran ayına ait Tmrt analizine göre Urla ilçe merkezinde yaya düzeyinde hissedilen ortalama radyant sıcaklık değerleri 29,7°C ile 42,6°C arasında değişiklik göstermektedir. Bu değerler çok güçlü ısı stresine işaret eden aralıklara denk gelmektedir. Özellikle doğrudan güneş alan alanlarda termal stres seviyesinin ciddi şekilde arttığı görülmektedir.

Yaka, Yeni, Atatürk ve Naipli Mahalleleri'nin batı ve güneydoğu sınırlarında, koyu turuncu ve kırmızı tonlarla gösterilen bölgelerde ortalama 40°C'nin üzerine çıkan Tmrt değerleri gözlenmektedir. Bu bölgelerde sert zemin oranı yüksek, gölgeleme unsurları (ağaç, bina gölgesi) sınırlıdır. Özellikle açık alan meydan gibi geniş sert zeminli alanlarda ısı birikiminin yoğunlaştığı belirlenmiştir.

Yenikent, Hacıisa ve Yelaltı mahallelerinin iç kısımlarında, 30-35°C aralığında daha açık renkli tonlarla temsil edilen görece daha düşük radyant sıcaklık değerleri tespit edilmiştir. Bu bölgelerde bitki örtüsü, ağaçlandırma ya da yapıların yarattığı gölgelenme sayesinde yaya düzeyinde daha ılımlı termal koşullar oluşmuştur. Özellikle tarihi dokuya sahip dar sokaklı bölgelerde (örneğin Yeni Mahalle'nin kuzeyi), yönlenmeye bağlı gölgeleme etkisi dikkat çekmektedir.

Haziran ayında geniş açık alanlar ve yeni gelişen bölgeler, yüksek Tmrt değerleri nedeniyle "sıcak" ya da "çok sıcak" sınıfına girme eğilimindedir. Bu alanlarda ısı stresine karşı önlem alınması, gölgeleme elemanlarının artırılması ve geçirgen yüzeylerin planlanması gerekmektedir. Mikroiklimsel farklılıklar mahalle bazında dahi önemli değişkenlik göstermekte ve bu durum yerel ölçekli planlama müdahalelerinin önemini ortaya koymaktadır.



Şekil 6. Haziran ayı ortalama radyant sıcaklık (Tmrt) değeri

4.2. Ocak Ayı Ortalama Radyant Sıcaklık (Tmrt) Değerlendirmesi

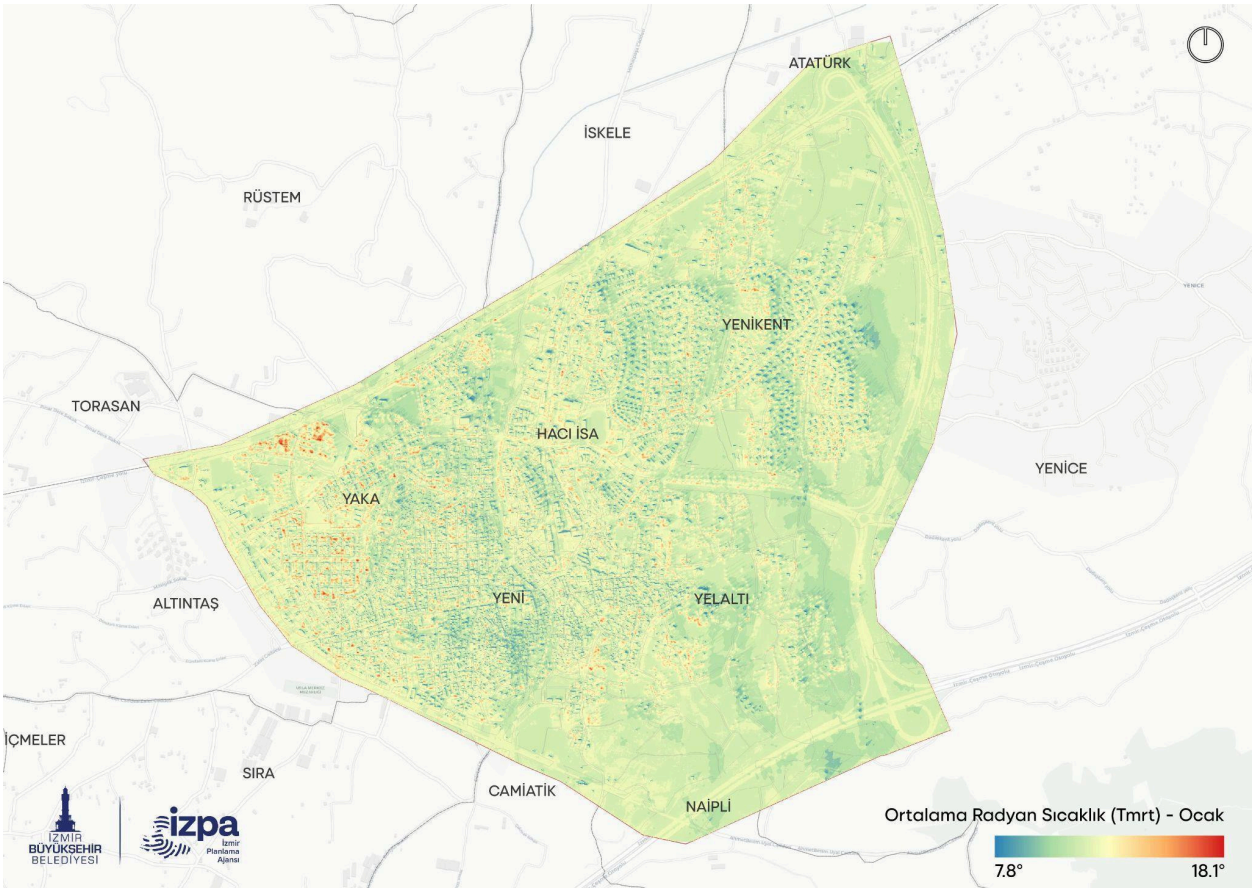
Ocak ayına ait ortalama Tmrt haritası incelendiğinde, yaya düzeyinde hissedilen değerlerin 7,8°C ile 18,1°C arasında değiştiği görülmektedir. Bu değerler, genellikle “soğuk” ve “hafif serin” olarak değerlendirilen termal algı aralıklarına karşılık gelmektedir. Bu durum, kış mevsiminin doğal iklimsel etkilerini yansıtırken aynı zamanda bazı mikroklimatik farklılıkların da altını çizmektedir.

İlçe genelinde özellikle yapı yoğunluğunun yüksek olduğu bölgelerde (örneğin Yaka, Yeni ve Naipli mahallelerinin merkezi kısımları) lokal olarak yükselen Tmrt değerleri dikkat çekmektedir. Bu alanlarda binaların cepheleri ve dar sokak geometrisi, gün içerisindeki kısa süreli güneşlenme periyotlarında radyant ısının birikmesine neden olmakta ve bu durum yerel sıcaklık artışı şeklinde haritaya yansımaktadır. Bu alanlarda 16-18°C aralığında, görece daha yüksek Tmrt değerleri gözlemlenmiştir.

Buna karşın, bitki örtüsünün daha yoğun olduğu Yenikent ve Yelaltı gibi mahallelerde, özellikle yapı bloklarının arka bahçe alanlarında ve ormanlık geçiş zonlarında, Tmrt değerleri 10°C’nin altına düşerek daha serin mikroiklim koşullarına işaret etmektedir. Gölgelik alanların yaygın

olduğu bu bölgelerde, güneş ışınımının sınırlı etkisiyle birlikte termal stresin düşük seviyelerde kaldığı söylenebilir.

Ocak ayı genelinde Urla'nın merkezinde büyük oranda "konfor sınırının altında" kalmakta olup, bu mevsimde dış mekân kullanımı açısından konfor koşulları sınırlıdır. Ancak bazı dar sokaklarda ve güneş alan açıklıklarda kısa süreli dış mekân kullanımını destekleyebilecek lokal ısı birikimleri meydana gelmektedir. Bu durum, özellikle öğle saatlerinde açık alan kullanım alışkanlıklarının şekillenmesinde etkili olabilir.



Şekil 7. Ocak ayı ortalama radyant sıcaklık (Tmrt) değeri

4.3. Kasım Ayı Ortalama Radyant Sıcaklık (Tmrt) Değerlendirmesi

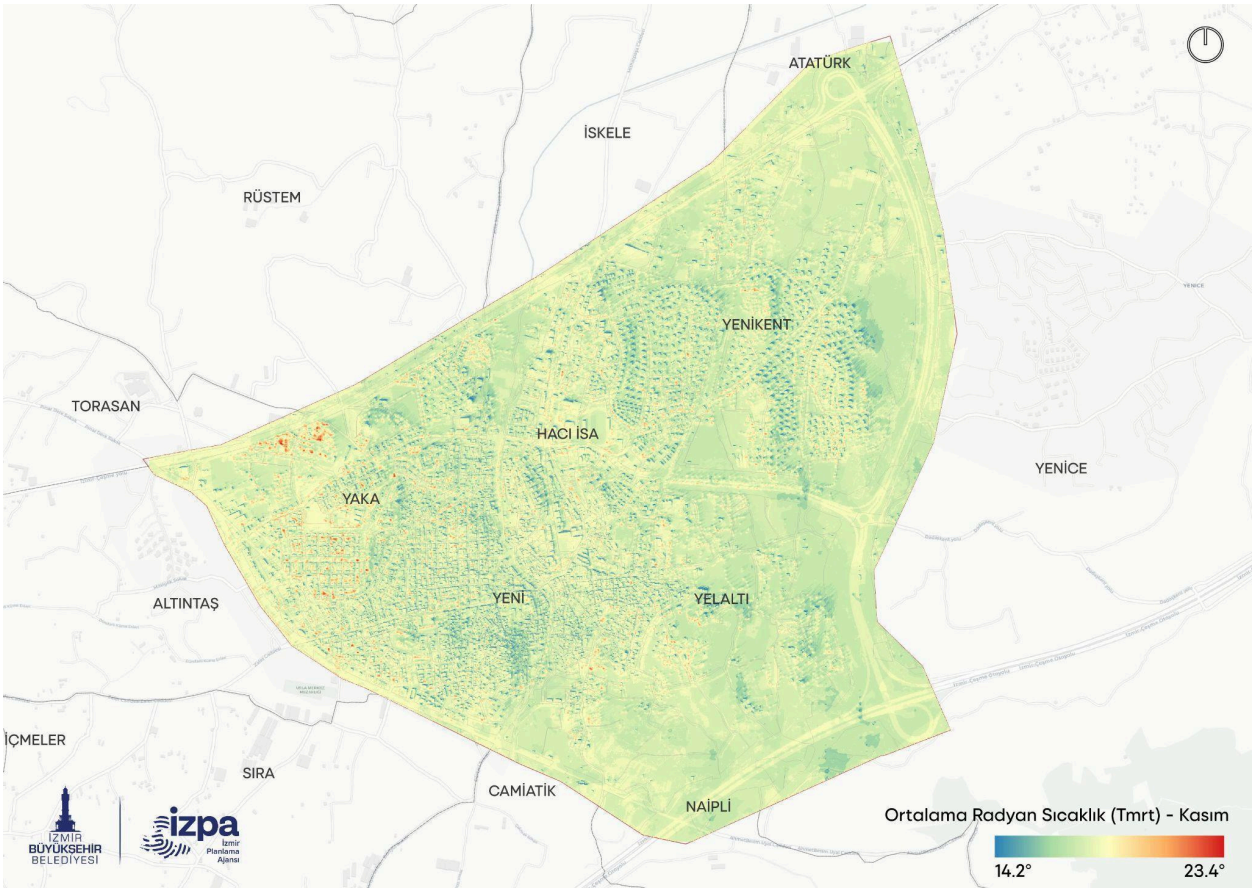
Kasım ayına ait Tmrt haritası, Urla ilçe merkezinde yaya düzeyinde hissedilen ortalama radyant sıcaklıkların 14,2°C ile 23,4°C arasında değiştiğini göstermektedir. Bu değerler, konforlu veya hafif serin termal algı aralıklarına karşılık gelmektedir. Harita genelinde yeşil ve açık sarı tonların hâkim olması, mevsim itibarıyla dengeli termal koşulların egemen olduğunu ortaya koymaktadır.

Yapı yoğunluğunun fazla olduğu Yaka, Yeni ve Naipli mahallelerinin merkezi kısımlarında lokal olarak 21-23°C seviyelerinde Tmrt değerleri dikkat çekmektedir. Bu bölgelerde binaların

yönlenmesi, sokak arası güneşlenme süreleri ve sert zemin varlığı, lokal ısı birikimi oluşturarak radyant sıcaklıkları mevsim normallerinin üzerine çıkarmaktadır. Güneş alan yüzeylerin yoğun olduğu bu alanlarda, öğle saatlerinde geçici ısı konforu sağlanabileceği söylenebilir.

Buna karşın bitki örtüsünün daha yoğun olduğu Yenikent, Hacıisa ve Yelaltı mahallelerinin iç kısımlarında daha düşük radyant sıcaklık değerleri ölçülmektedir. Bu bölgelerde Tmrt genellikle 15-18°C aralığında seyretmekte olup, gölgeliklerin ve geçirgen yüzeylerin mikroklima üzerindeki olumlu etkileri gözlemlenmektedir. Aynı zamanda rüzgâr akışına açık alanlarda güneşli havaya rağmen ısı birikiminin sınırlı kaldığı görülmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Kasım ayında Urla'nın merkezinde dış mekân kullanımı açısından daha konforlu koşullar sunmakta, PET analizlerine göre termal stresin en düşük olduğu mevsimlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Bu dönem, açık alan kullanımının teşvik edilmesi ve sosyal etkinliklerin planlanması açısından uygun bir fırsat dilimi olarak değerlendirilebilir.



Şekil 8. Kasım ayı ortalama radyant sıcaklık (Tmrt) değeri

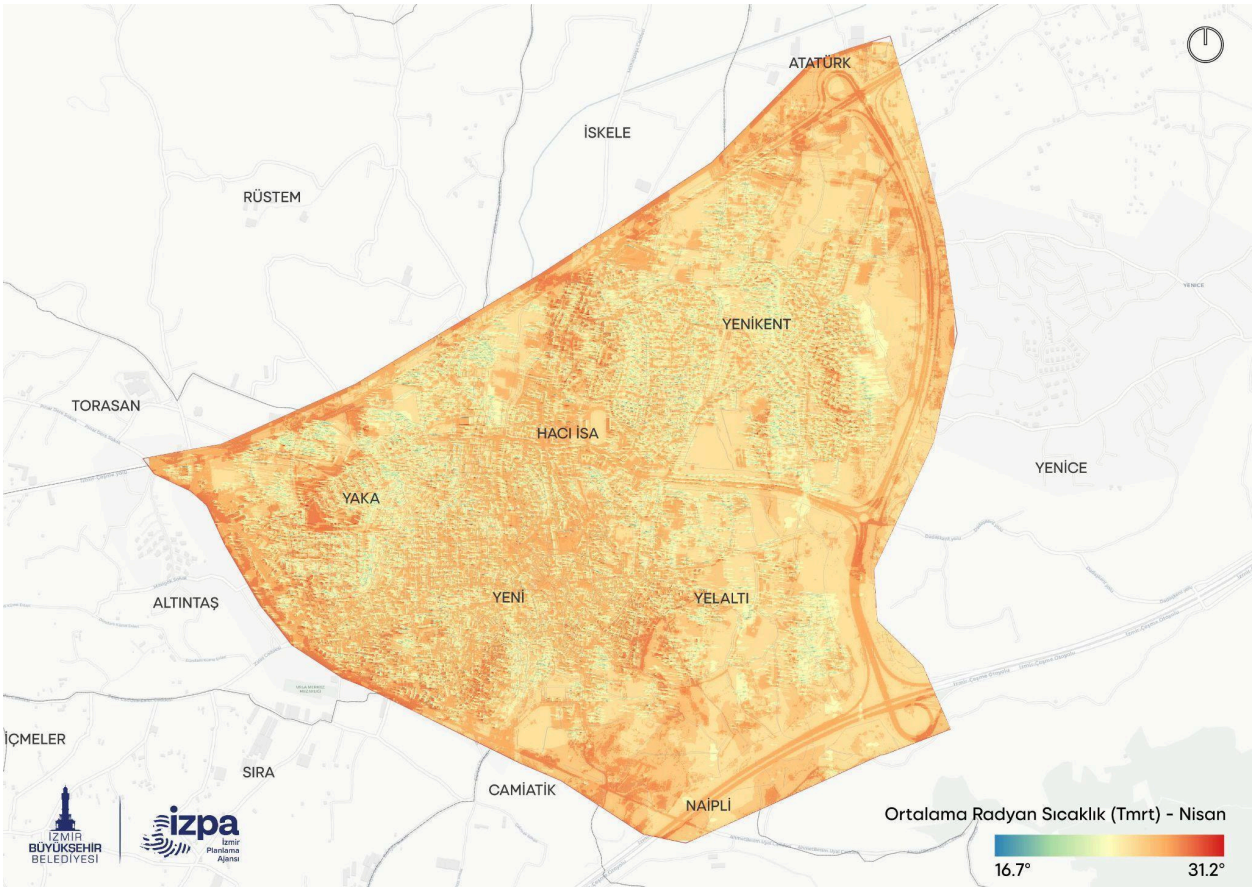
4.4. Nisan Ayı Ortalama Radyant Sıcaklık (Tmrt) Değerlendirmesi

Nisan ayına ait ortalama radyant sıcaklık (Tmrt) haritası incelendiğinde, Urla ilçe merkezinde yaya düzeyinde hissedilen değerlerin 16,7°C ile 31,2°C arasında değiştiği görülmektedir. Bu aralık, "konforlu", "hafif sıcak" ve yer yer "sıcak" hissiyat düzeylerine karşılık gelmektedir. Bu dönemde güneşlenme sürelerinin artması ve gölgeleme unsurlarının henüz tam etkili olmaması nedeniyle bazı alanlarda ilkbahar olmasına rağmen yüksek radyant sıcaklık değerleri ortaya çıkmıştır.

Haritada özellikle Yaka, Yeni, Naipli ve Atatürk mahallelerinin açık alan içeren, sert zemin ağırlıklı bölgelerinde 28°C'nin üzerinde Tmrt değerleri dikkat çekmektedir. Bu alanlar gün ortasında güneş ışınımına daha açık olup, gölge oluşturabilecek bitki örtüsü ya da yapısal engellerin eksikliği sebebiyle termal stresin artış gösterdiği mikro bölgeler olarak öne çıkmaktadır. Radyant sıcaklıkların 30°C seviyesine yaklaştığı bazı alanlar yaz aylarındaki ısı birikiminin öncül göstergeleri niteliğindedir.

Buna karşın görece daha düşük yapı yoğunluğuna sahip olan Yenikent, Hacıisa ve Yelaltı mahallelerinin iç kesimlerinde 20-24°C aralığında daha dengeli termal koşullar gözlemlenmiştir. Bu alanlarda hem bitki örtüsünün varlığı hem de yapı bloklarının oluşturduğu yarı gölgeli ortamlar, termal konfor düzeyini yükseltmiştir. Ayrıca geçiş bölgelerinde yer alan yeşil alanlar, çevresindeki sokaklara göre daha düşük Tmrt değerleri ile öne çıkmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Nisan ayı termal konfor açısından mevsim geçişine işaret eden bir dönem olup, bazı bölgelerde dış mekân kullanımı için oldukça elverişli koşullar oluşurken, bazı yoğun yapılaşmış alanlarda ise yaz aylarına benzer ısı hissiyatı gözlenmektedir. Bu durum, ilkbahar aylarında bile kent içi açık alan tasarımında mikroiklim verilerine dayalı önlemlerin gerekliliğini ortaya koymaktadır.

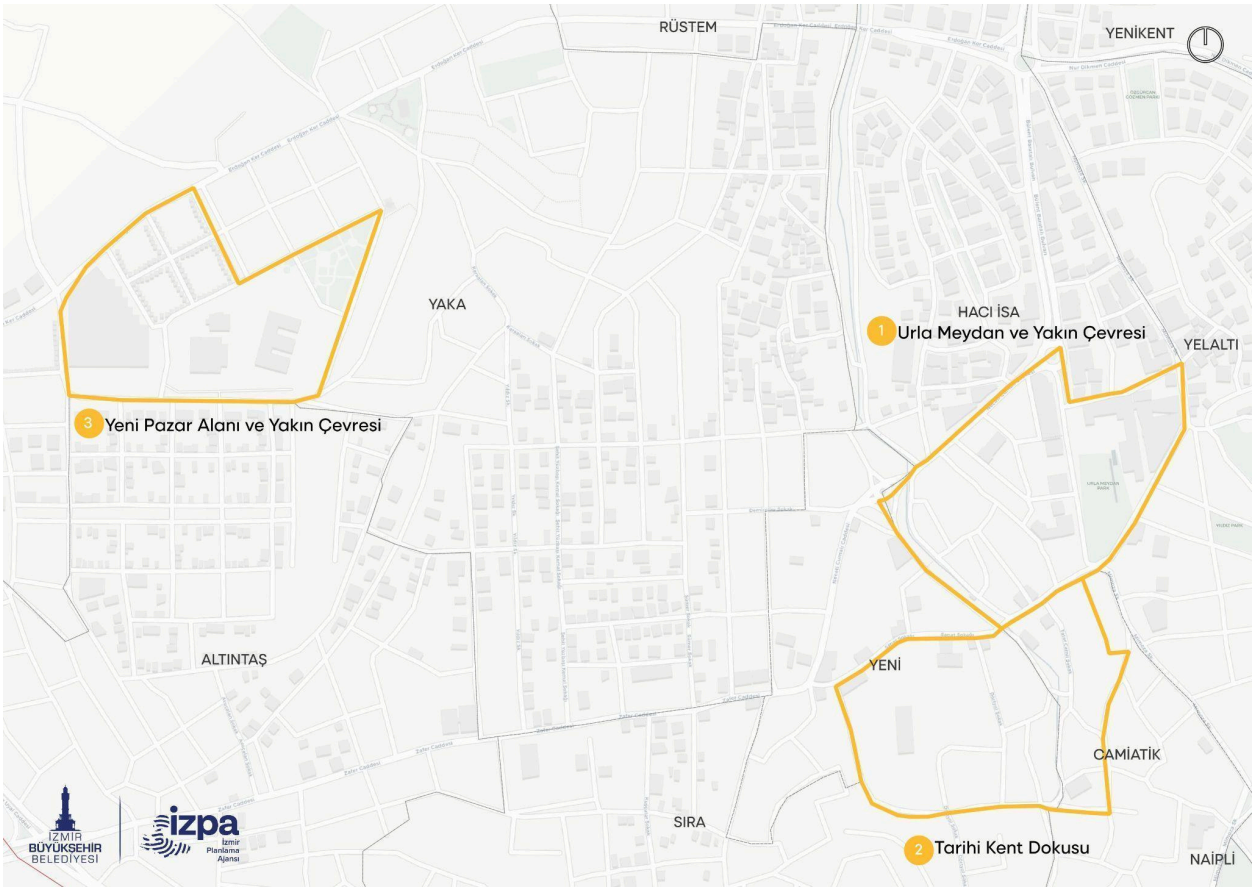


Şekil 9. Nisan ayı ortalama radyant sıcaklık (Tmrt) değeri

Çalışma, tüm alanının tamamında değil, termal stresin yoğun olduğu düşünülen üç farklı mekânsal karaktere sahip pilot bölgde gerçekleştirilmiştir.

Her bir bölge için, dört mevsimi temsil eden günlerde model çalıştırılmış, Tmrt *raster*ları oluşturulmuş ve meteorolojik verilerle birleştirilerek PET değerleri hesaplanmıştır. Elde edilen PET çıktıları, yukarıdaki sınıflandırmaya göre yorumlanmış ve söz konusu alanların mevsimsel termal konfor düzeyleri değerlendirilmiştir.

Bu sayede, Urla'nın merkezindeki farklı karakterdeki açık alanların ısı stresine maruz kalma düzeyleri karşılaştırmalı olarak analiz edilmiş, gelecekte uygulanabilecek mikroiklim iyileştirme stratejileri için öncelikli müdahale alanları belirlenmiştir.



Şekil 10. PET analizi yapılan 3 kent dokusu

4.5. Haziran Ayı PET Değerlendirmesi - Pilot Bölgeler

Haziran ayına ait PET analiz sonuçları, seçilen üç pilot bölgede yaya düzeyinde hissedilen fizyolojik eşdeğer sıcaklık değerlerinin mekânsal dağılımını ortaya koymaktadır. PET değerleri 27,9°C ile 33,2°C arasında değişmekte olup, bu değerler Matzarakis sınıflamasına göre[16] "hafif sıcak" ile "sıcak" termal algı aralıklarına karşılık gelmektedir. Haziran ayı analizinde, üç pilot alanın her birinde farklı mekânsal özelliklere bağlı olarak termal konfor düzeyleri değişiklik göstermektedir.

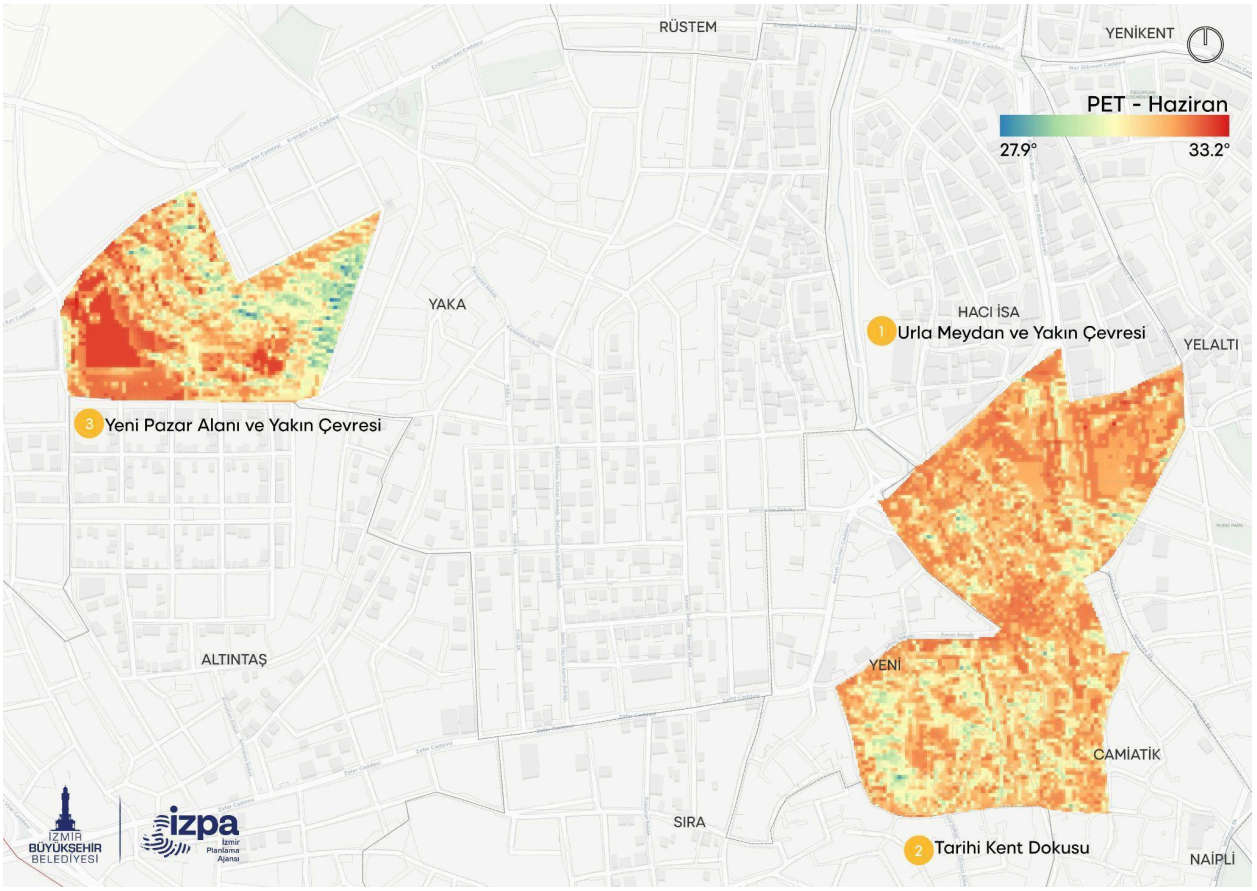
Urla Meydanı ve Yakın Çevresi, açık alan karakterine sahip, gölgeleme elemanlarının sınırlı olduğu ve sert zeminlerin baskın olduğu bir alandır. Bu bölgede PET değerleri genellikle 30°C'nin üzerinde seyretmekte, bu da yaz mevsiminde dış mekân kullanımı açısından ısı stresine neden olabilecek koşulları işaret etmektedir. Alanın büyük bölümünde "sıcak" algı düzeyi hâkimdir ve özellikle gün ortasında kısa süreli dış mekân kullanımı dahi fizyolojik stres yaratabilecek düzeydedir.

[16] Matzarakis & Amelung, 2008

Tarihi Kent Dokusu olarak adlandırılan bölge, dar sokak yapısı, yoğun yapılaşma ve yönlenme çeşitliliği ile dikkat çekmektedir. Bu alan, yapıların oluşturduğu gölgeleme sayesinde Urla Meydanı'na kıyasla daha düşük PET değerlerine sahiptir. Sokak aralarındaki gölge etkisi, PET değerlerini yer yer 29°C'nin altına çekmekte ve termal konforu kısmen artırmaktadır. Ancak yüzey malzemesi ve yapısal yoğunluk nedeniyle hava akışı sınırlı olduğundan bazı kısımlarda sıcaklık birikimi gözlemlenmiştir.

Yeni Pazar Alanı ve Yakın Çevresi, en yüksek PET değerlerinin gözlemlendiği pilot alan olarak öne çıkmaktadır. Geniş sert zemin alanları, yapay yüzey yoğunluğu ve sınırlı bitkisel gölgeleme bu bölgede ısı stresinin artmasına neden olmaktadır. PET değerleri yer yer 33°C seviyesine ulaşmakta, bu da "sıcak" termal algı düzeyinin sınırında bir durum oluşturmaktadır. Alandaki açık ve geçirimsiz yüzeylerin genişliği, PET değerlerinin daha homojen bir şekilde yüksek seviyede kalmasına neden olmaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, üç pilot bölge içinde en düşük PET değerlerine sahip olan alan Tarihi Kent Dokusu olurken, en yüksek değerlerin ise Yeni Pazar Alanı çevresinde toplandığı görülmektedir. Bu durum, kentsel tasarım ögelerinin termal konfor üzerindeki etkisini açıkça ortaya koymakta ve mikroiklim odaklı müdahale ihtiyacını vurgulamaktadır.



Şekil 11. Haziran ayına ait PET sonuçları

4.6. Ocak Ayı PET Değerlendirmesi - Pilot Bölgeler

Ocak ayına ait PET analizinde elde edilen değerler, seçilen üç pilot bölgede yaya düzeyinde hissedilen termal konfor koşullarının genel olarak "soğuk" aralığında olduğunu göstermektedir. PET değerleri 6,1°C ile 8,1°C arasında değişmekte olup, bu aralık Matzarakis sınıflamasına göre[17] "güçlü soğuk stresi" ile "orta düzeyde soğuk stresi" arasında konumlanmaktadır. Kış mevsiminin karakteristik özelliklerine bağlı olarak açık alanlarda fizyolojik stresin belirgin şekilde hissedildiği anlaşılmaktadır.

Urla Meydanı ve Yakın Çevresi, Ocak ayında düşük PET değerleriyle dikkat çekmektedir. Alanın açık olması, gölgeleme unsurunun olmaması ve rüzgâr akımına açık bir yapıda bulunması, bu bölgede sıcaklık hissinin daha düşük algılanmasına neden olmaktadır.

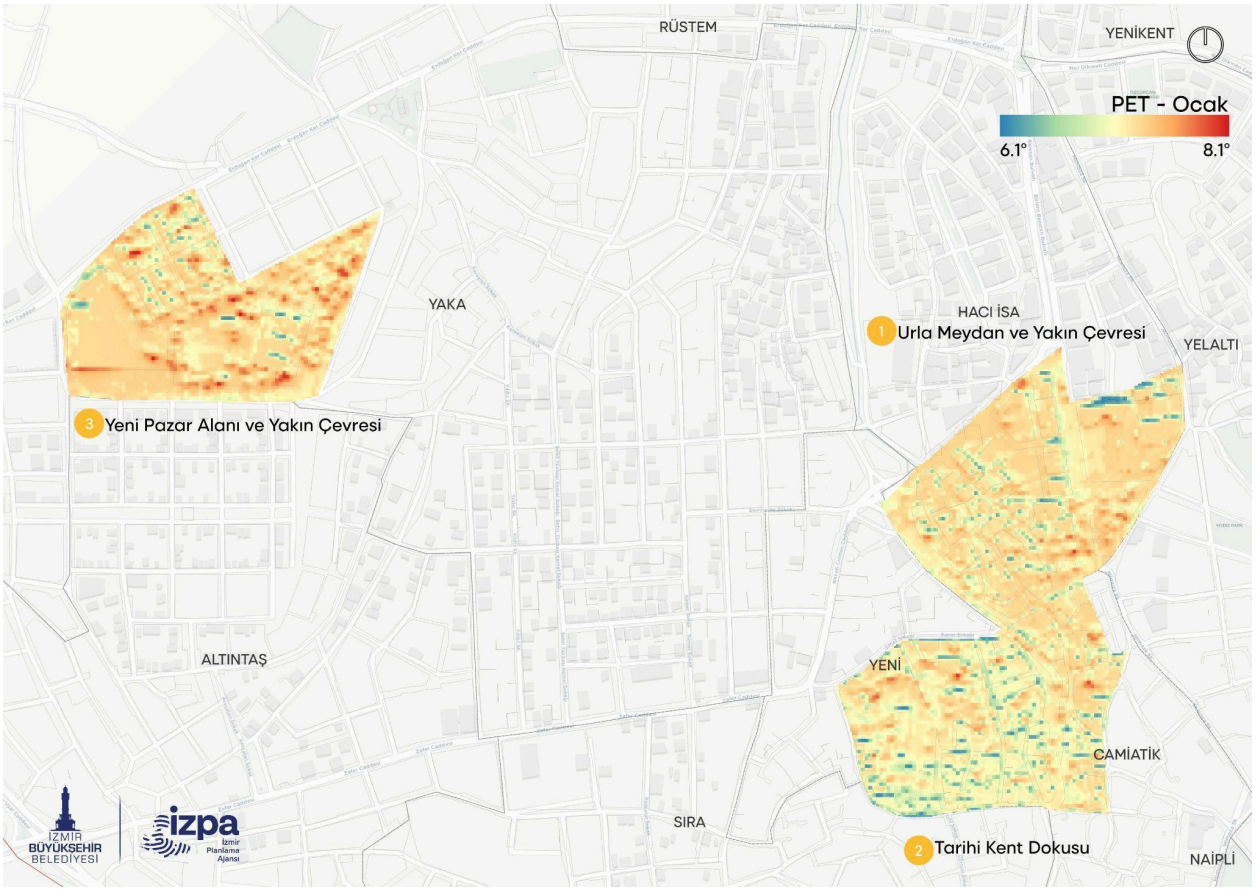
PET değerleri çoğunlukla 6-7°C aralığında seyretmekte, bu da açık alanda uzun süreli vakit geçirmenin sınırlı olduğu bir ortam yaratmaktadır.

Tarihi Kent Dokusu ise yönlenme farklılıkları ve dar sokak yapısı sayesinde göreli bir mikroklimatik koruma sağlamaktadır. Yapılar arası gölgelenme etkisi ve güneşten faydalanabilen yüzeylerin varlığı, PET değerlerini 7-8°C aralığına taşımaktadır. Yine de bu değerler, dış mekân kullanımını destekleyecek düzeyde konfor sağlamamakta, ancak meydan gibi daha açık alanlara göre göreceli bir iyileşme sunmaktadır.

Yeni Pazar Alanı ve Yakın Çevresi ise en düşük PET değerlerinin gözlemlendiği pilot bölge olarak öne çıkmaktadır. Geniş açıklık, rüzgâr etkisine açık alan yapısı ve yetersiz yüzey ısısı bu bölgede termal stresin daha yoğun hissedilmesine neden olmaktadır. PET değerleri yer yer 6°C seviyesine kadar düşmekte, bu da fizyolojik açıdan "güçlü soğuk stresi" sınıfına karşılık gelmektedir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Ocak ayında üç pilot bölgede de dış mekân kullanımını destekleyecek düzeyde termal konfor sağlanamamaktadır. Bununla birlikte, kentsel dokunun fiziksel özellikleri (örneğin sokak genişliği, bina yönlenmeleri, açıklık düzeyi) farklı bölgelerde hissedilen sıcaklık düzeylerini etkileyerek mikroiklimsel farklar yaratmaktadır. Bu durum, kış mevsimi planlamalarında rüzgâr kırıcı yapıların ve güneşlenme avantajlarının dikkate alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

[17] Matzarakis & Amelung, 2008



Şekil 12. Ocak ayına ait PET sonuçları

4.7. Nisan Ayı PET Değerlendirmesi - Pilot Bölgeler

Nisan ayı PET analiz sonuçları, üç pilot bölgede yaya düzeyinde hissedilen fizyolojik eşdeğer sıcaklıkların genel olarak "konforlu" ve "hafif sıcak" termal algı aralıklarında olduğunu göstermektedir. PET değerleri 15.6°C ile 20.8°C arasında değişmektedir. Bu değerler, Matzarakis sınıflamasına göre[18] "hafif serin" ile "konforlu" düzey arasında değerlendirilmektedir. Nisan ayının geç ilkbahar koşullarını yansıtması sayesinde açık alan kullanımı açısından görece daha elverişli koşullar gözlemlenmiştir.

Urla Meydanı ve Yakın Çevresi, kış aylarına göre belirgin bir termal iyileşme göstermektedir. Açık alan yapısına rağmen PET değerleri genellikle 18°C ve üzerindedir. Bu değerler, alanın öğle saatlerinde güneşlenme avantajından faydalandığını ve kısa süreli açık alan kullanımını desteklediğini göstermektedir. Bununla birlikte, rüzgâr etkisine açık noktalarda sıcaklık hissi azalsa da genel konfor algısı olumludur.

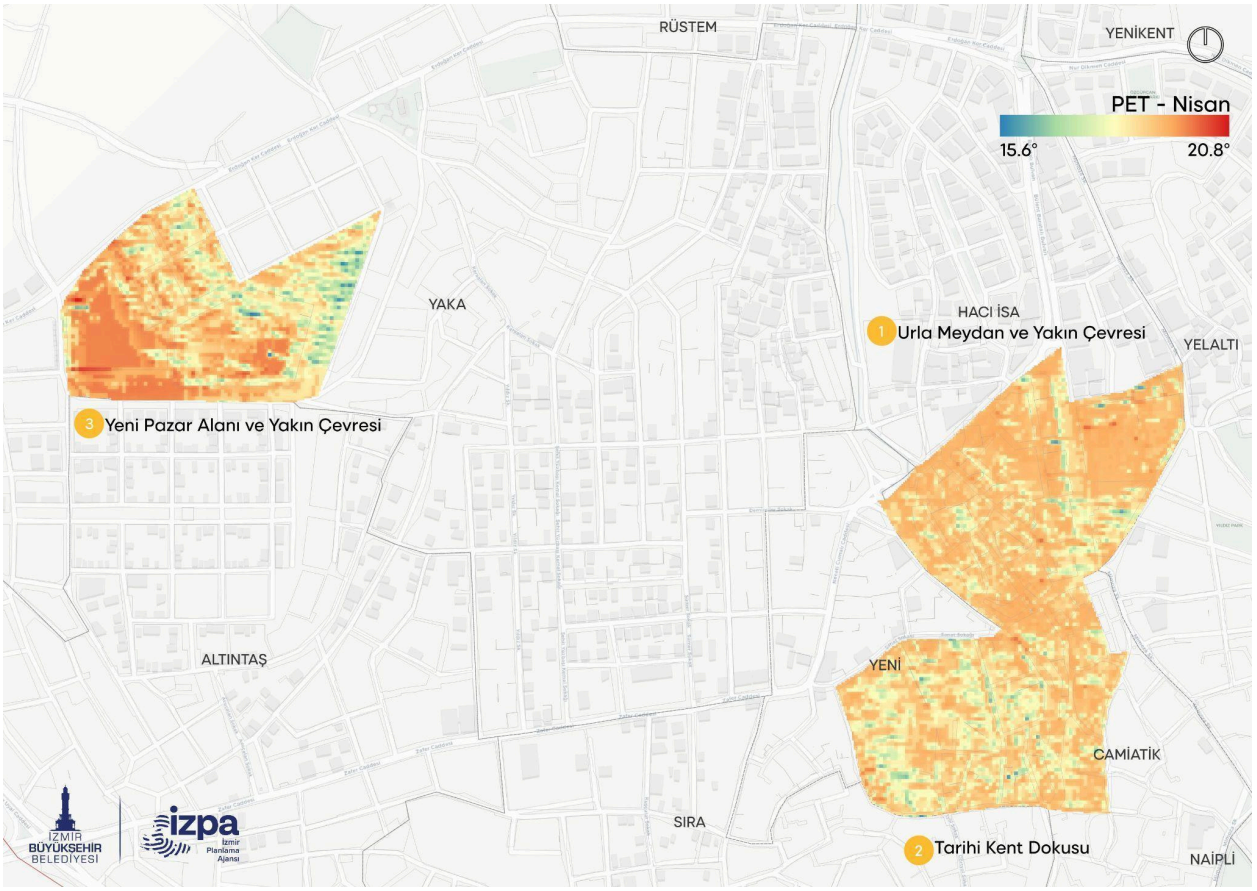
Tarihi Kent Dokusu, yönlenme ve yapılaşma özellikleri nedeniyle bu dönemde en dengeli termal koşullara sahip alan olarak öne çıkmaktadır. Gölgelik sağlama kapasitesi ve yapı arası ısı

[18] Matzarakis & Amelung, 2008

birikimi sayesinde PET değerleri genellikle 17-19°C aralığında seyretmektedir. Bu durum, hem termal stresin yaşanmadığı bir ortam oluşturmakta hem de ilkbaharda kent merkezindeki açık alanların daha etkin kullanımına olanak tanımaktadır.

Yeni Pazar Alanı ve Çevresi ise daha açık ve geçirimsiz yüzeylerin yoğun olduğu bir alan olması nedeniyle PET değerlerinin en yüksek ölçüldüğü bölge olmuştur. Bazı noktalarda PET değeri 20°C'yi aşmakta ve "hafif sıcak" termal algısı oluşmaktadır. Bu durum, Nisan ayında dahi bu bölgede yer yer erken dönem ısı stresinin hissedilebileceğine işaret etmektedir. Ancak genel olarak değerlendirildiğinde, bu stres düzeyi fizyolojik açıdan rahatsız edici bir seviyeye ulaşmamaktadır.

Sonuç olarak Nisan ayı, üç pilot bölge özelinde değerlendirildiğinde dış mekân kullanımının en rahat gerçekleştirilebildiği mevsimlerden biri olarak öne çıkmaktadır. Gerek açık alan gerekse kentsel doku içinde yer alan bölgelerde PET değerlerinin konforlu aralıklarda seyretmesi, kent planlaması açısından bu dönemin çeşitli sosyal ve kültürel etkinlikler için değerlendirilmesine olanak tanımaktadır.



Şekil 13. Nisan ayına ait PET sonuçları

4.8. Kasım Ayı PET Değerlendirmesi - Pilot Bölgeler

Kasım ayına ait PET sonuçları, Urla ilçe merkezindeki üç pilot bölgede yaya düzeyinde hissedilen fizyolojik eşdeğer sıcaklıkların 6,1°C ile 8,1°C arasında değiştiğini göstermektedir. Bu aralık, Matzarakis sınıflamasına göre[19] "güçlü soğuk stresi" ile "orta düzeyde soğuk stresi" arasında yer almakta olup, açık alan kullanımının termal konfor açısından sınırlı olabileceğini ortaya koymaktadır.

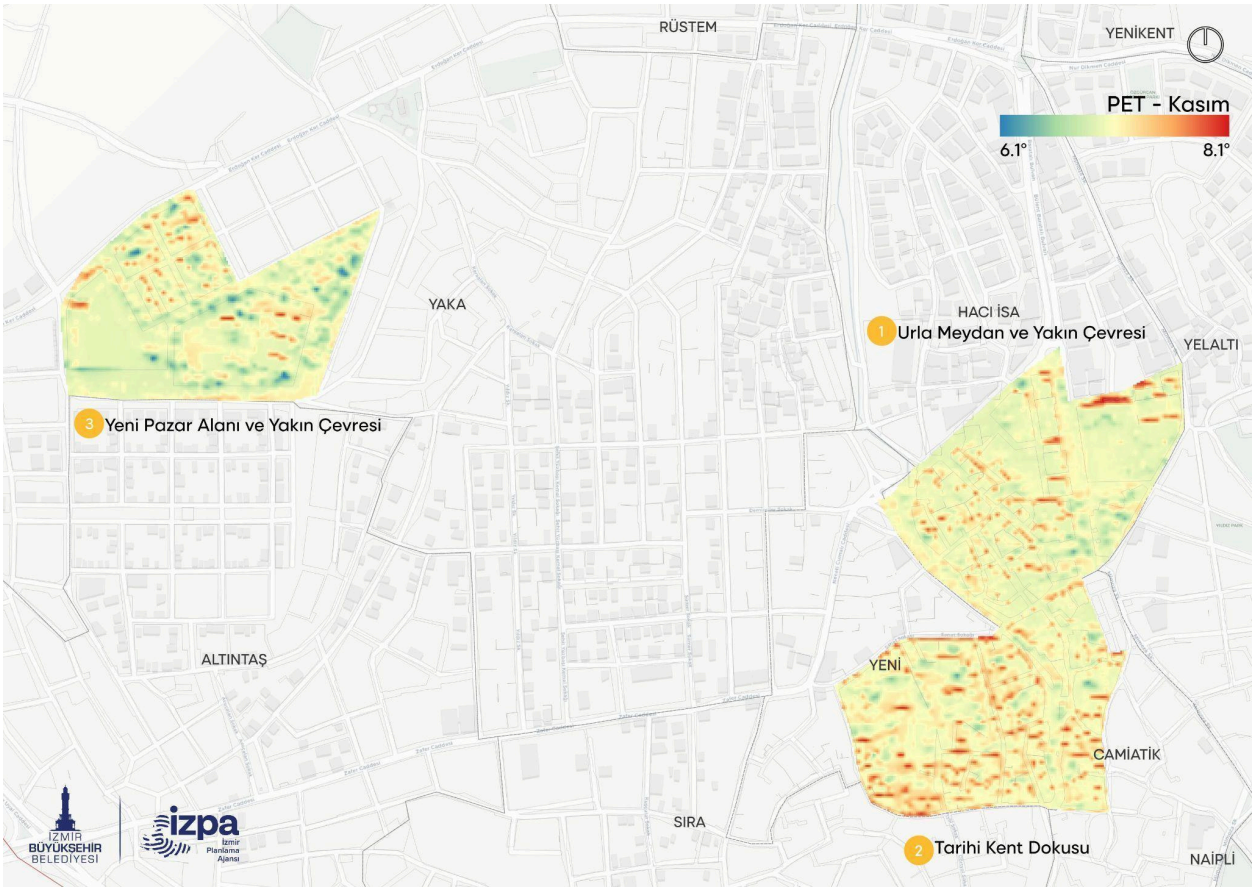
Urla Meydanı ve Çevresi, PET değerlerinin homojen olarak düşük seyrettiği bir alan olarak dikkat çekmektedir. Bu bölgede yapısal gölgelemenin ve yüzey ısısı birikiminin az olması nedeniyle PET değerleri çoğunlukla 6-7°C aralığında kalmaktadır. Geniş açıklıklar ve rüzgâra açık konum, özellikle sabah ve akşam saatlerinde termal konforu olumsuz etkilemektedir.

Tarihi Kent Dokusu, yönlenme avantajı ve kentsel dokunun daha kapalı formu sayesinde Kasım ayında göreli olarak daha yüksek PET değerlerine sahiptir. PET değerleri bazı noktalarda 7,5-8,1°C seviyesine ulaşarak diğer bölgelere kıyasla daha konforlu bir mikroklima sunmaktadır. Sokak aralarındaki güneş alma potansiyeli ve yapı yoğunluğu, bu dönemde kısa süreli açık alan kullanımına olanak sağlayabilecek koşullar yaratmaktadır.

Yeni Pazar Alanı ve Çevresi ise analiz edilen üç bölge arasında en düşük PET değerlerine sahip bölge olarak öne çıkmaktadır. Açık alan karakteri, sert zemin yoğunluğu ve çevresel koruyuculuğun eksikliği bu alanda fizyolojik soğuk stresin daha fazla hissedilmesine yol açmaktadır. Harita üzerinde alanın büyük bir bölümünde PET değerleri 6-7°C aralığındadır ve dış mekân kullanımında konforu sınırlamaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Kasım ayı PET sonuçları Ocak ayına benzer şekilde düşük sıcaklık algısına ve soğuk stres düzeyine işaret etmektedir. Ancak sonbahar aylarında gün içerisindeki güneşlenme süresi ve radyasyon açısı sayesinde, bazı mikro alanlarda sınırlı da olsa geçici ısıl konfor alanları oluşabilmektedir. Bu durum, açık alan tasarımlarında güneş alma potansiyelinin değerlendirilmesi gerekliliğini bir kez daha göstermektedir.

[19] Matzarakis & Amelung, 2008



Şekil 14. Kasım ayına ait PET sonuçları

5. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Bu çalışma, Urla'nın merkezinde farklı kentsel doku karakteristiklerine sahip üç pilot bölgede dört mevsimi temsil eden günler üzerinden yapılan PET analizleri ile yaya düzeyinde termal konfor koşullarını değerlendirmiştir. Elde edilen sonuçlar, açık alanların morfolojik yapısının, yüzey kaplama özelliklerinin ve gölgeleme unsurlarının termal algı üzerinde belirleyici olduğunu açıkça göstermektedir.

Haziran ve Nisan aylarında, özellikle Yeni Pazar Alanı gibi geçirimsiz yüzeyin yaygın olduğu, gölgeleme elemanlarının sınırlı olduğu bölgelerde sıcak stresinin ciddi seviyelere ulaştığı görülmüştür. Buna karşın Tarihi Kent Dokusu, yönlenme, dar sokak yapısı ve kentsel gölgelenme sayesinde yaz aylarında bile göreli konfor sağlamaktadır. Ocak ve Kasım aylarında ise tüm bölgelerde soğuk stresi baskındır, ancak yine yapısal yönlenme ve güneş alma kapasitesi bu etkileri azaltabilmektedir.

Bu bulgular, mekânsal planlama kararlarının mikroiklim verileriyle desteklenmesi gerektiğini göstermektedir. Kent genelinde açık alanların tasarımında termal konfor parametrelerinin dikkate alınması, iklime duyarlı ve dirençli kentler oluşturmanın temel ön koşuludur.

KAYNAKLAR

Aghamolaei, R., Azizi, M. M., Aminzadeh, B., & O'Donnell, J. (2022). A comprehensive review of outdoor thermal comfort in urban areas: Effective parameters and approaches. *Energy & Environment*. Advance online publication. https://doi.org/10.1177/0958305X221116176

European Space Agency. (2024). (Erişim: 13.05.2025). *Copernicus Global Digital Elevation Model*. Distributed by OpenTopography. https://doi.org/10.5069/G9028PQB

Google Earth Pro. (2025). (Erişim: 28.03.2025). *Urla: 38°19'29.61"N, 26°45'59.12"E*. Airbus (Görüntüleme: 22.04.2023).

Hersbach, H., Bell, B., Berrisford, P., Hirahara, S., Horányi, A., Muñoz-Sabater, J., Nicolas, J., Peubey, C., Radu, R., Schepers, D., Simmons, A., Soci, C., Abdalla, S., Abellan, X., Balsamo, G., Bechtold, P., Biavati, G., Bidlot, J., Bonavita, M., ... Thépaut, J.-N. (2020). The ERA5 global reanalysis. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society, 146*(730), 1999-2049. https://doi.org/10.1002/qj.3803

Höppe, P. (1999). The physiological equivalent temperature—A universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology, 43*(2), 71-75. https://doi.org/10.1007/s004840050118

Lindberg, F., Grimmond, C. S. B., Bernard, J., Gabey, A., Järvi, L., Kent, C. W., Krave, N., Sun, T., Wallenberg, N., & Ward, H. C. (2019). *Urban Multi-scale Environmental Predictor (UMEP) Manual*. University of Reading, UK; University of Gothenburg, Sweden; SIMS, China. https://umep-docs.readthedocs.io/

Lindberg, F., Grimmond, C. S. B., Gabey, A., Huang, B., Kent, C. W., Sun, T., Theeuwes, N., Järvi, L., Ward, H., Capel-Timms, I., Chang, Y. Y., Jonsson, P., Krave, N., Liu, D., Meyer, D., Olofson, F., Tan, J. G., Wästberg, D., Xue, L., & Zhang, Z. (2018). Urban Multi-scale Environmental Predictor (UMEP) - An integrated tool for city-based climate services. *Environmental Modelling & Software, 99*, 70-87. https://doi.org/10.1016/j.envsoft.2017.09.020

Matzarakis, A., & Amelung, B. (2008). Physiological Equivalent Temperature as indicator for impacts of climate change on thermal comfort of humans. In M. C. Thomson, R. Garcia-Herrera, & M. Beniston (Eds.), *Seasonal forecasts, climatic change and human health: Health and climate* (pp. 161-172). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-6877-5_10

Zuretti, M., Pedrazzoli, A., Ceccarelli, G., & De La Hoz, A. (2023). Multi-disciplinary perspectives on pedestrian thermal comfort and walkability. In *51st European Transport Conference 2023 (ETC 2023)*, 6-8 September 2023, Milan, Italy. https://transformtransport.org/research/livable-streets/multi-disciplinary-perspectives-on-pedestrian-thermal-comfort-and-walkability