

**T.C.  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
MİMARLIK ANABİLİM DALI**



**YARI AÇIK MEKÂNLARDA DIŞ ISIL KONFOR ŞARTLARININ  
DEĞERLENDİRİLMESİ: BALIKESİR ESAS10  
BURDA AVM ÖRNEĞİ**

**ESİLA AYBÜKE YILMAZ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**Jüri Üyeleri : Prof. Dr. Yusuf YILDIZ (Tez Danışmanı)  
Dr. Öğr. Üyesi Tülay ÇİVİCİ  
Dr. Öğr. Üyesi Dinçer AYDIN**

**BALIKESİR, NİSAN - 2025**



## **ETİK BEYAN**

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Yarı Açık Mekânlarda Dış Isıl Konfor Şartlarının Değerlendirilmesi: Balıkesir Esas10 Burda Avm Örneği**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,

beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

**Esila Aybüke YILMAZ**

## ÖZET

**YARI AÇIK MEKÂNLARDA DIŞ ISIL KONFOR ŞARTLARININ  
DEĞERLENDİRİLMESİ: BALIKESİR ESAS10 BURDA AVM ÖRNEĞİ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ESİLA AYBÜKE YILMAZ  
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**(TEZ DANIŞMANI: PROF. DR. YUSUF YILDIZ)**

**BALIKESİR, NİSAN - 2025**

Kentleşme ve iklim değişikliği, açık ve yarı açık kamusal mekânların ısı konforunu olumsuz yönde etkilemektedir. Bu bağlamda, bu çalışma, alışveriş merkezi (AVM) gibi kamusal alanlarda açık ve yarı açık mekânların ısı konforunun değerlendirilmesini amaçlamaktadır. Bu çalışmada, Balıkesir ili Altıeylül ilçesinde yer alan Esas10 AVM'de gerçekleştirilen saha ölçümleri ve anketler aracılığıyla, kullanıcıların bu mekânlardaki gerçek ısı konfor algıları analiz edilmiştir. Çalışma kapsamında, 2023 yılı Ekim, Kasım ve Aralık aylarında Esas10 AVM'de saha ölçümleri ve anket çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Testo 480 cihazı kullanılarak iklimsel parametreler ölçülmüş ve RayMan Pro yazılımı ile Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (PET) indeksi hesaplanarak dış mekân ısı konforu analiz edilmiştir.

Araştırma bulguları, yarı açık alanlardaki ısı konfor koşullarının zamansal olarak değişkenlik gösterdiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, kullanıcıların ısı konfor algılarının mikro iklimsel faktörlerden etkilendiği tespit edilmiştir.

Bu çalışma, açık ve yarı açık kamusal mekânların tasarımında iklimsel parametrelerin ve kullanıcı özelliklerinin dikkate alınmasının önemini vurgulamaktadır. Kent merkezlerindeki sıcaklık artışının bu mekânlardaki ısı konforu düşürdüğü ve sağlık sorunlarını artırdığı göz önüne alındığında, tasarım süreçlerinde iklim duyarlı yaklaşımların benimsenmesi gerekmektedir. İnsanların kapalı alanlarda vakit geçirmelerine rağmen açık alanlarda bulunmanın fiziksel ve psikolojik faydaları göz ardı edilmemelidir. Bu nedenle, kamusal alanların tasarımında kullanıcı konforunu ve iklim koşullarını optimize eden stratejiler geliştirilmelidir.

**ANAHTAR KELİMELELER:** Yarı açık mekân, dış mekân ısı konfor, fizyolojik eşdeğer sıcaklık (pet), rayman pro

Bilim Kod / Kodları : 80104, 80123, 80130, 80133

Sayfa Sayısı : 93

## **ABSTRACT**

### **EVALUATION OF OUTDOOR THERMAL COMFORT CONDITIONS IN SEMI-OPEN SPACES: THE EXAMPLE OF BALIKESİR ESAS10 BURDA SHOPPING MALL**

**MSC THESIS**

**ESİLA AYBÜKE YILMAZ**

**BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE  
ARCHITECTURE**

**(SUPERVISOR: PROF. DR. YUSUF YILDIZ )**

**BALIKESİR, APRIL - 2025**

Urbanization and climate change negatively impact the thermal comfort of open and semi-open public spaces. In this context, this study aims to evaluate the thermal comfort conditions of open and semi-open spaces in public areas such as shopping malls (AVMs). Through field measurements and surveys conducted at Esas10 Shopping Mall, located in the Altıeylül district of Balıkesir, this research analyzes users' actual perceptions of thermal comfort in these spaces. As part of the study, field measurements and survey studies were carried out at Esas10 Shopping Mall during October, November, and December of 2023. Climatic parameters were measured using a Testo 480 device, and the Physiological Equivalent Temperature (PET) index was calculated using the RayMan Pro software to analyze outdoor thermal comfort conditions.

The research findings reveal that thermal comfort conditions in semi-open spaces vary over time. Additionally, it has been determined that users' thermal comfort perceptions are influenced by microclimatic factors.

This study underscores the importance of considering climatic parameters and user characteristics in the design of open and semi-open public spaces. Given that rising urban temperatures reduce thermal comfort in these spaces and contribute to health problems, it is crucial to adopt climate-sensitive approaches in the design process. While people spend significant time indoors, the physical and psychological benefits of being in outdoor spaces should not be overlooked. Therefore, urban design strategies should prioritize user comfort and optimize climatic conditions.

**KEYWORDS:** Semi-open space, outdoor thermal comfort, physiological equivalent temperature (pet), rayman pro

Science Code / Codes : 80104, 80123, 80130, 80133

Page Number : 93

# İÇİNDEKİLER

## Sayfa

<b>ÖZET</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>ii</b>
<b>İÇİNDEKİLER</b> .....	<b>iii</b>
<b>ŞEKİL LİSTESİ</b> .....	<b>v</b>
<b>TABLO LİSTESİ</b> .....	<b>vi</b>
<b>SEMBOL LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>KISALTMALAR LİSTESİ</b> .....	<b>vii</b>
<b>ÖNSÖZ</b> .....	<b>viii</b>
<b>1. GİRİŞ</b> .....	<b>1</b>
1.1 Çalışmanın Amacı ve Araştırma Soruları .....	3
1.2 Çalışmanın Yöntemi .....	4
1.3 Çalışmanın Kapsamı.....	6
1.4 Çalışmanın Önemi .....	6
<b>2. ISIL KONFOR VE DIŞ MEKÂN ISIL KONFORUN TANIMI</b> .....	<b>8</b>
2.1 Dış Mekân Isıl Konforunun Önemi - İç mekân ve Dış Mekân Isıl Konforunu Farkı.....	10
2.2 Dış Mekân Isıl Konforunu Etkileyen Parametreler.....	13
2.2.1 İklimsel Parametreler .....	14
2.2.2 Kişisel Parametreler.....	16
2.3 Dış Mekân Isıl Konfor İndeksleri .....	18
2.3.1 Evrensel Isıl İklim İndeksi (UTCI).....	18
2.3.2 Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (PET) .....	20
2.3.3 Standart Etkili Sıcaklık (SET)* .....	21
2.3.4 Tahmini Ortalama Oy (PMV) .....	22
2.3.5 Yaş Termometre Küre Sıcaklığı (WGBT) .....	23
2.4 Dış Mekân Isıl Konfor Üzerine Yapılan Çalışmalar .....	24
<b>3. ALAN ÇALIŞMASI.</b> .....	<b>32</b>
3.1 Çalışma Alanı .....	32
3.2 Saha Çalışması Öncesi Hazırlık .....	37
3.2.1 Ölçüm ve Anket İçin Lokasyon Tespiti .....	37
3.2.2 Dış Isıl Konfor Değerlendirmesi İçin İndeks Seçimi.....	40
3.2.3 Ölçüm ve Anketler .....	45
3.3 Mikro İklimsel Ölçümler .....	46
3.4 Anket Görüşmeleri .....	48
3.5 Veri İşleme .....	49
3.5.1 RayMan Pro Yazılımı .....	49
<b>4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER</b> .....	<b>53</b>
4.1 Mikro İklim Verilerinin Değerlendirilmesi .....	53
4.1.1 İklimsel Parametrelerin Minimum, Ortalama ve Maksimum Değerleri.....	53
4.1.2 İklimsel Parametrelerin Dönemler İçerisinde Zamansal Dağılımları .....	55
4.2 Anket Verilerinin Değerlendirilmesi.....	57
4.2.1 Anket Katılımcılarının Demografik Yapısı .....	58
4.2.2 Farklı Aylarda Isıl Ortamın Genel Değerlendirmesi .....	61

4.3 Yarı Açık Alanlarda Dış Mekân Isıl Konfor Değerlendirilmesi .....	67
<b>5. SONUÇ VE ÖNERİLER.....</b>	<b>72</b>
<b>6. KAYNAKLAR.....</b>	<b>77</b>
<b>EKLER.....</b>	<b>91</b>
EK A: Dış Mekân Isıl Konfor Anketi .....	92
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>94</b>

## ŞEKİL LİSTESİ

### Sayfa

Şekil 1.1: Çalışma yöntemi akış şeması .....	5
Şekil 2.1: Dış mekân ısı konforunu etkileyen parametreler .....	14
Şekil 3.1: Köppen'e göre iklim sınıflandırmasının dünya haritası.....	33
Şekil 3.2: Köppen'e göre iklim sınıflandırmasının Türkiye haritası.....	33
Şekil 3.3: Esas10 Burda AVM kat planları.....	36
Şekil 3.4: Esas10 Burda Avm ölçüm noktası.....	38
Şekil 3.5: Esas10 Burda Avm'den genel görünüm .....	39
Şekil 3.6: Testo 480 ısı konfor ölçüm cihazı .....	47
Şekil 3.7:Rayman yazılımında konum bilgileri ve kişisel parametrelerin girildiği arayüz .	50
Şekil 3.8: RayMan yazılımında tarih, saat bilgileri ve mikro iklimsel parametrelerin girildiği arayüz.....	51
Şekil 3.10: RayMan yazılımında PET indeksi veri çıktısı.....	51
Şekil 4.1: Ayların ortalama Ta değerlerinin zamansal dağılımları .....	54
Şekil 4.2: Ayların ortalama WS (m/s) değerlerinin zamansal dağılımları.....	55
Şekil 4.3: Ayların ortalama RH değerlerinin zamansal dağılımları .....	56
Şekil 4.4: Ayların ortalama Tmrt değerlerinin zamansal dağılımları.....	56
Şekil 4.5: Anket katılımcılarının lokasyonda bulunma süreleri.....	59
Şekil 4.6: Dönemsel katılımcı oy dağılımları.....	63
Şekil 4.7:Dönemsel ortalama PET değerlerinin zamansal dağılımları .....	67
Şekil 4.8:PET değerleri ile TSV'nin karşılaştırılması .....	68
Şekil 4.9:İklimsel parametreler ile PET indeksi arasındaki korelasyon .....	69
Skill 4.10: Ortalama ısı duyum oyları (MTSV) ile Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (PET) indeksinin ortalama değerleri arasındaki korelasyon .....	70
Şekil A.1:Dış mekân ısı konfor anketi sayfa no:1 .....	91
Şekil A.2:Dış mekân ısı konfor anketi sayfa no:2.....	92

## TABLO LİSTESİ

### Sayfa

<b>Tablo 2.1:</b> Farklı UTCI grupları için ısı algılama .....	19
<b>Tablo 2.2:</b> PET indeksinde değerlerin dağılımı ve bu değerlere göre ısı algılama .....	21
<b>Tablo 2.3:</b> SET* indeksinde değerlerin dağılımı .....	22
<b>Tablo 2.4:</b> PMV ısı duyum skalası.....	23
<b>Tablo 2.5:</b> WBGT değerlerine göre dış mekân aktivite önerileri .....	24
<b>Tablo 3.1:</b> : Balıkesir şehrinin 1999-2023 yılları arası meteorolojik verileri.....	34
<b>Tablo 3.2:</b> Dış mekân ısı konfor indekslerinin karşılaştırılması.....	41
<b>Tablo 3.3:</b> Fizyolojik stres kategorileriyle ilişkili ısı duyum oyları için farklı dış mekân ısı indeks ölçüleri.....	45
<b>Tablo 3.4:</b> Ölçüm periyotları ve hava koşulları .....	46
<b>Tablo 3.5:</b> Saha araştırmasında kullanılan araçlar .....	47
<b>Tablo 3.6:</b> Anket değerlendirme ölçekleri.....	49
<b>Tablo 3.7:</b> : RayMan yazılımında PET indeksi veri çıktısı .....	51
<b>Tablo 4.1:</b> Ölçülen meteorolojik parametrelerin istatistiksel özeti.....	52
<b>Tablo 4.2:</b> Cronbach Alpha değeri.....	57
<b>Tablo 4.3:</b> Anket görüşmelerine katılan bireylerin özellikleri.....	58
<b>Tablo 4.4:</b> Anket katılımcıların demografik parametrelerin ortalama değerleri.....	60
<b>Tablo 4.5:</b> ısı duyum oylarının (TSV) ortamda buldukları süreler göre dağılımları. ...	65
<b>Tablo 4.6:</b> PET indeksinin dönemsel ve genel olarak ortalama, maksimum ve minimum değerleri .....	66

## SEMBOL LİSTESİ

<b>%</b>	: Yüzde
<b>°</b>	: Kuvvet (N)
<b>°C</b>	: Santigrat derece
<b>Aw</b>	: Tropikal iklim
<b>Bsk</b>	: Soğuk step iklimi
<b>Bwh</b>	: Çöl iklimi
<b>clo</b>	: Giysi yalıtımı birimi
<b>cm</b>	: Santimetre
<b>Csa</b>	: Akdeniz iklimi
<b>Csb</b>	: Ilık-yaz Akdeniz iklimi
<b>Cwa</b>	: Subtropikal iklim
<b>H</b>	: Boy
<b>hPa</b>	: Su buharı basıncı
<b>Icl</b>	: Giysi yalıtımı
<b>K</b>	: Kelvin
<b>K↓</b>	: Doğrudan güneş radyasyonu
<b>kg</b>	: Kilogram
<b>km</b>	: Kilometre
<b>M</b>	: Metabolik hız
<b>m</b>	: Metre
<b>m/s</b>	: Metre/saniye
<b>m<sup>2</sup></b>	: Metrekare
<b>met</b>	: Metabolik hız birimi
<b>mm</b>	: Milimetre
<b>R<sup>2</sup></b>	: Korelasyon katsayısı
<b>RH</b>	: Bağlı nem
<b>Ta</b>	: Hava sıcaklığı
<b>Tg</b>	: Küre sıcaklığı
<b>Tmrt</b>	: Ortalama radyan sıcaklık
<b>W</b>	: Ağırlı
<b>W</b>	: Watt
<b>W/m<sup>2</sup></b>	: Watt/metre-kare
<b>WD</b>	: Rüzgâr yönü
<b>WS</b>	: Rüzgâr hızı

## KISALTMALAR LİSTESİ

<b>3B</b>	: 3 boyutlu
<b>ASHRAE</b>	: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (Amerikan Isıtma, Soğutma ve İklimlendirme Mühendisleri Derneği)
<b>AVM</b>	: Alışveriş Merkezi
<b>B</b>	: Batı
<b>D</b>	: Doğu
<b>DBT</b>	: Dry-Bulb Temperature (Kuru Termometre Sıcaklığı)
<b>DI</b>	: Discomfort Index (Rahatsızlık İndeksi)
<b>G</b>	: Güney
<b>GB</b>	: Güneybatı
<b>GD</b>	: Güneydoğu
<b>ISO</b>	: International Organization for Standardization (Uluslararası Standardizasyon Örgütü)
<b>K</b>	: Kuzey
<b>KB</b>	: Kuzeybatı
<b>KD</b>	: Kuzeydoğu
<b>MTSV</b>	: Mean Thermal Sensation Vote (Ortalama Isıl Duyum Oyu)
<b>OCV</b>	: Overall Comfort Vote (Genel Konfor Oyu)
<b>OUT_SET</b>	: Outdoor Standard Effective Temperature (Dış Ortam Standart Etkili Sıcaklık)
<b>PET</b>	: Physiological Equivalent Temperature (Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık)
<b>PMV</b>	: Predicted Mean Vote (Öngörülen Ortalama Oy)
<b>PPD</b>	: Percentage of People Dissatisfied (Memnun Olmayan İnsanların Yüzdesi)
<b>PT</b>	: Perceived Temperature (Algılanan Sıcaklık)
<b>SET</b>	: Standard Effective Temperature (Standart Etkili Sıcaklık)
<b>SVF</b>	: Sky View Factor (Gökyüzü Görüş Faktörü)
<b>THI</b>	: Temperature-Humidity Index (Sıcaklık-Nem İndeksi)
<b>UHI</b>	: Urban Heat Island (Kentsel Isı Adası)
<b>TSV</b>	: Thermal Sensation Vote (Isıl Duyum Oyu)
<b>UTCI</b>	: Universal Thermal Climate Index (Evrensel Isıl İklim İndeksi)
<b>VDI</b>	: Verein Deutscher Ingenieure (Alman Mühendisler Birliği)
<b>WBGT</b>	: Wet Bulb Globe Temperature (Yaş Hazne Küre Sıcaklığı)
<b>WBT</b>	: Wet-Bulb Thermometer (Islak Termometre)

## **ÖNSÖZ**

Tez çalışmam süresince her zaman beni destekleyen ve yönlendiren tez danışmanım değerli hocam Prof. Dr. Yusuf YILDIZ'a;  
Yüksek lisans öğrenimim boyunca bana bilgileriyle ışık tutan ve tezime sağladığı katkılar için değerli hocam Prof. Dr. Türkan ÖZBALTA GÖKSAL'a teşekkürlerimi sunuyorum.

**Balıkesir, 2025**

**Esila Aybüke YILMAZ**

## 1. GİRİŞ

20. yüzyılın ortalarından bu yana, insanların sebep olduğu sera gazı emisyonlarından kaynaklı küresel hava sıcaklıklarında önemli artış olmuştur (Waard, 2021). Bununla birlikte dünya genelindeki kentleşmiş nüfus hızla artmakta olup, 2021'de %56 olan küresel kentsel nüfus oranının 2050'ye kadar %68'e çıkması beklenmektedir (Konstas ve Kalogiannidis, 2022). Kentlerdeki nüfus artışı kentsel çevreyi önemli ölçüde genişleterek, çevresel koşulları ve kentsel iklim koşullarını değiştirmiştir (Pigliautile ve diğ., 2021). Yoğun kentsel gelişim ve yüksek yapılaşma kentsel mekânlarda hava akışını yavaşlatmakta veya engellemektedir. Bu da kentsel açık alanlarda ısı stresini artırarak (Wai ve diğ., 2020), insanların açık hava aktivitelerini sınırlandırmaktadır (Xia ve diğ., 2020).

Kentsel alanlarda, kırsal alanlara göre daha yüksek hava ve yüzey sıcaklıkları gözlemlenmektedir. Bu durum Kentsel Isı Adası (UHI) etkisi olarak adlandırılır. Nüfustaki artış ve küresel ısınma özellikle büyük kentlerde ısı adası etkisinin ortaya çıkmasına neden olmuştur ve bu da kentlerde daha uzun süreli ve yüksek hava sıcaklıklarını ortaya çıkarmıştır (Fei ve Zhao, 2019, Taleghani, 2018). Kentsel ısı adalarındaki artışın doğrudan etkileri arasında çevresel kalitenin düşmesi, ısıl rahatsızlığın artması ve insanların genel sağlık problemlerindeki artış yer almaktadır (Fahed ve diğ., 2020). İnsanlar konut ve iş yeri gibi vaktinin büyük çoğunluğunu kapalı alanlarda geçirmesine karşın insan açık mekânlarda da vakit geçirmeye ihtiyaç duyar ve aşırı sıcakların artmasıyla birlikte insanlar ısıl konforsuzluğu hafifletmek için kapalı alanlarda kalmayı ve klima kullanmayı tercih etmektedir; bu yaşam tarzı hem sağlık açısından zararlı hem de enerji tüketimini artırmaktadır (Liu ve diğ., 2023). İnsanların açık havada vakit geçirmesinin hem fiziksel hem de psikolojik açıdan pek çok faydası vardır (Coventry ve diğ., 2021).

Ancak küresel ısınma sonucunda şiddeti artan kentsel ısı adası kullanıcı konforunu olumsuz yönde etkiler. Dış mekân ısıl konforu (OTC) araştırmaları, ısı adası etkisini azaltmak ve iklim değişikliğine uyum sağlamak için hayati öneme sahiptir (Dijst ve diğerleri, 2018). Çünkü bu durum insanların; yaşam kalitesini (Fang ve diğ., 2019), açık hava etkinliklerini (Chen ve diğ., 2012) ve genel memnuniyetini [Lau ve diğ., 2021] doğrudan etkilemekte ve sürdürülebilir kentsel gelişimi sağlamak ve sakinlerin yaşam kalitesini artırmak için anahtar bir rol oynamaktadır. Yüksek sıcaklıklar, yoğun güneş radyasyonu, yüksek nem oranı bireylerin ısıl algısını ve konforunu önemli ölçüde

etkilemektedir (Jareemit ve diğ., 2022). Bununla birlikte, dış mekân ısı konforunu anlamak ve iyileştirmek için mimarlık, kentsel planlama, çevresel tasarım, insan fizyolojisi ve davranış araştırmaları gibi çok disiplinli bir yaklaşım gerektirir. Araştırmacılar, mimarlar ve kentsel planlamacılar, mikro iklim, yapı çevre ve insan algısı arasındaki karmaşık etkileşimleri ele alarak etkili stratejiler geliştirmek için iş birliği yapmalıdır.

Ayrıca iklim bölgeleri, kùltürler ve davranış alışkanlıklarındaki farklılıklar nedeniyle, insanların ısı konfor algıları ve gereksinimleri çeşitlilik göstermektedir (Yuan ve diğ., 2023). Bu durum, mevcut dış mekân ısı konfor standartlarının farklı bölgelerdeki uygulanabilirliğini zorlaştırmaktadır.

Dış mekân ısı konforu (OTC) değerlendirme yöntemleri arasında bir çok ısı indeksler, ısı konfor anketleri, fizyolojik parametre ölçümleri, sayısal simülasyon programları ve kapsamlı değerlendirme yöntemleri mevcuttur. Dış mekân ısı konforunu değerlendirmek için ısı indekslerle ısı konfor anketlerinin birlikte analiz edilmesi birçok araştırmacı tarafından tanınmış ve onaylanmıştır (He ve diğ., 2023). Bu konuda birçok çalışma yapılmıştır. Liu ve diğerlerinin (2024) Urumçi'deki parklarda gerçekteşirdiği bir konfor analizinde, sabah saatlerinde parkların ısı konfor seviyelerinin çevredeki diğer alanlara göre daha yüksek olduğu, ancak öğleden sonra bu farkın anlamlı olmadığı belirtilmiştir. Xie ve çalışma arkadaşları (2024) ise kùtùphanelerin dış ortamlarında ısı konforu değerlendirmiş ve güneş radyasyonunun, fizyolojik eşdeğer sıcaklık (PET) üzerindeki en önemli etken olduğunu ortaya koymuştur.

Mevcut OTC araştırmaları genellikle yerleşim bölgeleri (Li, ve diğ., 2016), parklar, meydanlar (Huang ve Peng 2020), ticari alanlar (Deevi ve Chundeli 2020) ve kampüsler (Talebsafa ve diğ.,2023) gibi alanlara odaklanmıştır. Ayrıca, binaların ısı konforuna ilişkin çalışmalar da bulunmaktadır (Alkhoudiri ve diğ., 2022). Ancak bu tür çalışmalar, yalnızca belirli bir alanın OTC'sini yansıtmakta olup, bir bütün olarak şehri kapsamamaktadır. Yang ve çalışma arkadaşları, (2013) Singapur'da 13 farklı açık alanı incelemiş ve tropikal iklimlerde dış mekân koşullarındaki bireylerin ısı strese karşı kapalı mekânlardakilere göre daha toleranslı olduğunu tespit etmiştir. Manavvi ve ekibi (2022), üç açık alan türünde – meydan, yeşil alan ve su kenarı – ısı konfor değerlendirmesi yapmış ve yeşil alanlarda en yüksek ısı konforun sağlandığını belirtmiştir. Taleghani ve diğerleri (2015) ise yaz aylarında farklı mekânsal formların (tekil, doğrusal ve avlu) OTC üzerindeki

etkilerini incelemiştir. Mevcut çalışmalarda genellikle açık alanlarda dış mekân ısı konforu ele almış, farklı niteliklere sahip özellikle yarı açık alanlardaki dış mekân ısı konfor için yapılmış çalışmalar kısıtlı kalmıştır.

### **1.1 Çalışmanın Amacı ve Araştırma Soruları**

Çevresel faktörler ve iklim kaynaklı değişkenlerin arasındaki etkileşimler sonucunda aynı açık ve yarı açık mekânlarda bile birbirinden farklı ısı konfor koşulları oluşabilmektedir. Bu koşullar, kullanıcıların hissettikleri ısı algıları etkileyerek farklı öznel değerlendirmeler oluşturmaktadır ve bunun sonucunda, kullanıcıların buldukları mekânlarda konfor seviyelerini farklı hissetmelerine sebep olmaktadır (Zhang ve diğ., 2023). Mekânda hissedilen ısı algısı, koşullardan memnun olma, koşulları tolere etmeye çalışma veya koşullardan memnun olmayıp mekânı terk etme gibi kullanıcıları farklı eylemlere yönlendirir.

Bu nedenlerle, ısı konfor açık veya yarı-açık mekânların kullanım sıklığı ile memnuniyeti üzerinde önemli bir etkidir. Bu bağlamda, kentlerde kullanıcı konforunu ve sağlığını ön plana alan mikro iklime duyarlı kamusal açık ve yarı-açık alanların tasarlanabilmesi için ısı strese sebep olan faktörlerin belirlenmesi ve çözülmesi gerekmektedir. Her kentin iklim özellikleri ve kamusal alanın kent içerisinde bulunduğu konumun iklimsel, çevresel ve kişisel özellikleri farklılaştığı için kullanıcıların da açık veya yarı-açık alanlarda konforlu hissetmeleri için gerekli olan ısı koşullarında da farklılaşma oluşmaktadır. Dış mekân ısı koşullarının kapsamlı bir şekilde incelenebilmesi ve en uygun dış mekân ısı koşullarının oluşturulabilmesi için, saha çalışmalarıyla elde edilen gerçek kişisel duyum verilerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Açık veya yarı açık mekânlara sahip alışveriş merkezi tasarımında mimarlara ve işletmecilerine faydalı bir referans sağlamak için, bu çalışma Balıkesir ili Altıeylül ilçesinde yer alan Esas10 AVM'deki saha araştırmasından elde edilen veriler analiz edilerek seçilen zaman aralığında farklı kullanıcıların ortak deneyim alanı olan yarı açık mekânlarda gerçek dış ısı konfor algısını değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Belirtilen temel amaç doğrultusunda, Esas10 Burda Alışveriş merkezinde yapılan bu çalışma, aşağıda ifade edilen alt araştırma sorularını ele almaktadır:

- Aynı dönem içerisinde farklı aylarda dış mekân mikro iklimsel ortam parametrelerinin özelliklerini tespit etmek,
- Kurak-sıcak bir şehir olan Balıkesir'de bulunan bir alışveriş merkezinin yarı açık alanında seçilen zaman aralığında dış mekân ısı konforundaki farklılıkları nitel ve nicel olarak analiz etmek,
- Seçilen zaman aralığında PET indisi ile dış mekân ısı konforu değerlendirmek.

Belirlenen araştırma soruları doğrultusunda, Esas10 Burda AVM'deki yarı açık mekânlardaki dış mekân ısı konfor; iklimsel parametrelerin ölçümü ve yüz yüze anket görüşmeleri ile incelenmiştir. Böylece, tez kapsamında, kullanıcının dış mekân ısı konfor algısı ile iklimsel parametrelerin arasındaki ilişkinin değerlendirilmesine olanak tanınmıştır.

## **1.2 Çalışmanın Yöntemi**

Bu çalışmada yarı açık mekânlarda meydana gelen değişken iklim koşulları ve kullanıcıların ısı konfor algısı araştırılmaktadır. Bu nedenle, Balıkesir Esas10 Burda Avm'sinin çalışma alanı olarak belirlenmesinden sonra tez çalışması 4 temel aşamada ilerleyecektir (Şekil 1.1);

1. Değerlendirmeler için uygun odak lokasyon tespit edildiği, uygun dış mekân ısı konfor indeksinin seçildiği ve saha çalışmalarının gerçekleştirilmesi için ölçüm zaman aralıklarının belirlendiği hazırlık aşaması;
2. Mikro iklimsel ölçümlerin yapıldığı ve anket uygulandığı saha çalışmaları aşaması;
3. Bu çalışmaların sonucunda elde edilen hava sıcaklığı (Ta), bağıl nem (RH), rüzgâr hızı (WS) ve ortalama radyan sıcaklık (Tmrt) gibi parametreler kullanılarak Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (PET) değerleri için hesaplamaların yapıldığı veri işleme aşaması
4. Ve son olarak, yarı açık mekânlardaki mikro iklim ve ısı konfor değerlerine yönelik verilerin zamansal olarak incelenip istatistiksel analizlerin yapıldığı veri analizleri aşamasıdır.



**Şekil 1.1:** Çalışma yöntemi akış şeması.

### 1.3 Çalışmanın Kapsamı

Bu çalışma, yarı açık mekânlarda değişken iklim koşulları ve dış mekân ısı konforunu, hem reel ölçümlerle hem de kişisel duyularla değerlendirmeyi amaçlamaktadır ve toplamda 5 bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde, çalışmanın amacı ve araştırma soruları, yöntemi, kapsamı, önemi ve literatüre katkısı işlenmiştir. İkinci bölümde, tezin konusu kavramsal ve teorik anlamda açıklanmıştır. Bu kapsamda, önce ısı konfor kavramı tanımlanmış ve çeşitli yaklaşımlar çerçevesinde insan sağlığı ve konforu üzerindeki etkilerinden bahsedilmiştir. Ayrıca, ısı konfor kavramı hem iç mekân ve hem dış mekân olarak incelenmiş ve dış mekândaki ısı konforun önemi ile farklılıkları açıklanmıştır. Bununla beraber mevcut ısı konfor indeksleri dış mekân özelinde incelenmiştir. Tez çalışmasının amacı ve araştırma soruları doğrultusunda, yarı açık alanlarda yapılan saha çalışmaları aracılığıyla dış mekân ısı konfor araştırmaları yapan ve yerel koşullara göre ısı konforu belirleyen çalışmalar değerlendirilmiştir. Üçüncü bölüm, tez çalışmasının metodolojik aşamalarını kapsamaktadır. Dördüncü bölümde çalışmanın bulguları anlatılmaktadır. Bu bölümde, mikro iklim verileri zamansal olarak karşılaştırılarak incelenmiş ve anket görüşmelerine katılan kişilerin deneyimledikleri ısı koşullara dair duyuları analiz edilmiştir. Yarı açık mekânların ısı konfor analizleri gerçekleştirilip elde edilen değerler zamansal olarak incelenirken; ısı konfor değerleri ile ısı duyumu oyları karşılatırılmıştır. Son bölümde, sonuçlar genel bir çerçevede değerlendirilmiş ve elde edilen bulgular literatürle ilişkilendirilerek tartışılmıştır. Ayrıca, gelecekte yapılabilecek araştırmalar için öneriler ve öngörüler paylaşılmıştır.

### 1.4 Çalışmanın Önemi

Dış ortamlarda ısı konforu, yakın zamana kadar görece daha az ilgi gösterilen bir konudur. Yürütülen konfor çalışmalarının büyük çoğunluğu iç mekânlarda, gerçekleştirilmektedir. Bu yoğunlaşmanın temel sebepleri, insanların zamanlarının büyük bir kısmını iç mekânlarda geçirmesi, iç mekânlardaki ısı konforunun ekonomik ve üretkenlik açısından önem taşıması, iç mekânlarda iklimlendirme çözümlerinin daha kolay uygulanabilir olması ve iç mekân sınırlarının belirginliği olarak sıralanabilir (Li ve diğ., 2023).

Açık veya yarı açık mekânlarda ısı konforu araştırmaları, açık alanların şehirde yaşayan ve bu alanlarda vakit geçiren bireylerin üzerindeki etkilerini anlamak için önemli bir araçtır. Bu konudaki çalışmalar, hava sıcaklığı, nem, rüzgâr, güneş ışınımı gibi iklimsel faktörler ile beraber insan vücudu arasındaki ilişkiyi değerlendirerek, açık veya yarı açık

mekânlarda zaman geçiren bireylerin kendilerini sağlık ve konfor açısından iyi hissetmelerine olanak sağlar.

Kentleşmenin hızlanması ve buna bağlı olarak kentsel ısı adası etkisindeki (UHI) artış ile küresel iklim değişikliğinden kaynaklı iklimsel zorluklar, şehirlerin daha yaşanabilir hale gelmesi için dış mekân ısı konfor düzeylerinin iyileştirilmesi gerekliliğini daha da önemli kılmaktadır. Bu bağlamda alınacak önlemlerin ve yapılacak düzenlemelerin daha başarılı olabilmesi için saha çalışmaları büyük bir önem taşımaktadır. Saha çalışmalarıyla toplanan yerel verilere dayalı analizler, belirli bir bölgenin iklimsel ve insani faktörlerinin bütünsel bir şekilde değerlendirilmesine olanak sağlar. Bu çalışmalar sırasında yapılan ölçümler, değişen dış mekân ısı koşullarının da gerçekçi bir biçimde değerlendirilmesini mümkün kılar. Ayrıca, kullanıcı ile gerçekleştirilen anket çalışmaları, kullanıcıların bu koşullara ilişkin öznel algılarını, hassasiyetlerini, beklentilerini ve tercihlerinin belirlenmesine yardımcı olur (Kántor ve diğ., 2012). Bu yüzden, ölçüm ve anket verilerinin paralel bir şekilde toplanıp birleştirilmesi, daha güvenilir ve kapsamlı sonuçların elde edilmesine olanak verir ve açık mekânların daha konforlu ve işlevsel olarak kullanılması için daha etkili önlemler ve öngörüler geliştirilmesine katkı sağlar.

Bu tez çalışması, Balıkesir'deki Esas10 Burda AVM'sinde gerçekleştirilen saha çalışmalarıyla, zamansal farklılıklar gösteren iklim koşulları ile bu koşulları kullanıcıların nasıl algıladığı ve değerlendirdiği arasındaki ilişkiyi incelemektedir.

Daha önce yapılan ısı konfor çalışmaları çoğunlukla iç mekânlar üzerine yoğunlaşmış olsa da bu çalışma yarı açık mekânlardaki dış mekân ısı konfor şartlarının değerlendirilmesine odaklanmaktadır. Çalışma, alışveriş merkezi özelinde yarı açık mekânlardaki dış ısı konforu ve önemini ortaya koyarken, aynı zamanda bu koşullara maruz kalan bireylerin öznel algılarını da dikkate almaktadır. Bu bağlamda, çalışma hem nesnel ölçüm verilerini hem de öznel kullanıcı değerlendirmelerini sunarak, Balıkesir'deki yarı açık mekânlara özgü bulgular elde etmektedir. Bu veriler, bu yarı açık alanların dış mekân ısı konfor koşullarının daha iyi veya daha konforlu hale getirilmesi için yapılacak planlama ve tasarım çalışmaları için önemli katkılar sağlayacaktır.

## 2. ISIL KONFOR VE DIŞ MEKÂN ISIL KONFORUN TANIMI

İnsan vücudu, metabolik aktivitelerle sürekli olarak ısı üretir ve bu ısı, vücut sıcaklığının dengede tutulabilmesi için çevreye transfer edilmek zorundadır. Vücudun ısı düzenleyici sistemi (thermoregulatory mechanism), belirli çevresel koşullar altında, birey ile çevresi arasındaki ısı dengeyi sağlamaya çalışır (Höppe, 1988). Isıl çevredeki (ASHRAE Standard-55, 2004, 2010, 2013, 2017) herhangi bir değişiklik, vücudun ısı kaybını veya kazancını etkileyerek, bu dengeyi korumak amacıyla vücut sürekli çalışır. Ciltten, derin dokulardan, omurilikten ve beyinden gelen sinyallerle (Arendt ve Krzaczek, 2016), vücudun ısı yükünü dengelemek için aktif yollarla (vazokonstriksiyon, vazodilatasyon, titreme ya da terleme) veya pasif yollarla (solunum, radyasyon, buharlaşma, iletim ve konveksiyon) çevreyle ısı alışverişı bulunur. Bu vücut ısıyı korumaya yönelik sistemdeki hareket ne kadar fazla olursa, vücudun ısı stresini de o kadar artırır ve konfor seviyesinden uzaklaşır. Belirli bir ısı seviyeyi aştığında ise, ısı düzenleyici sistem devre dışı kalır ve vücut, hipotermi veya hipertermi riskiyle karşı karşıya kalabilir (Oke, 1987).

Isıl konfor, farklı açılardan ele alınan üç ana yaklaşımdan oluşmaktadır: termo-fizyolojik, insan vücudunun ısı dengesine dayalı ve psikolojik yaklaşımlar (Höppe, 2002). Termo-fizyolojik yaklaşımda, ısı konforu, beyindeki (hipotalamus) ve deride bulunan sıcaklık değişimlerine duyarlı ısı reseptörlerinden gelen sinyallerin minimum düzeyde olmasıyla ifade edilir (Mayer, 1993). Konfor koşullarında vücut sıcaklığı 37°C, cilt sıcaklığı ise 33-34°C arasında dar bir aralıkta kalır ve bu durumda aşırı fizyolojik reaksiyonlar, örneğin terleme veya titreme meydana gelmez (Fanger, 1977). Isı dengesi tanımına göre, ısı konforu, vücuda giren ve çıkan ısı akışlarının dengelendiği, cilt sıcaklığının ve terleme oranının belirli sınırlar içinde kaldığı durumdur (Fanger, 1972; aktaran: Höppe, 2002). Bu durumda kişi, çevresindeki sıcaklık ne kadar değişirse değişsin, ısı açıdan nötr hisseder (Fanger, 1977). Bu model, çevresel koşullar ile vücut sıcaklığındaki sınırlı fizyolojik düzenlemelere dayanan rasyonel bir modeldir ve günümüzde ısı konfor hesaplamalarında kullanılan pek çok standardın temelini oluşturur (Fanger, 1970; Arendt ve Krzaczek, 2016).

Psikolojik yaklaşım ise daha kapsamlıdır ve ısı konforu, kişinin çevresindeki ısı koşullardan duyduğu memnuniyetin bir sonucu olarak zihin durumunu ifade eder (ASHRAE Standard-55, 2004, 2010, 2013, 2017). Bu yaklaşımda, ısı konforu, bireyin fiziksel ya da

fizyolojik yapısının ötesinde, psikolojik durumu ve diğer birçok faktörden etkilenecek yapılan öznel bir değerlendirmedir (ASHRAE, 2001). Bu nedenle, iç ya da dış mekân fark etmeksizin, ısı algısı kişiden kişiye farklılık gösterebildiğinden, belirli bir alanda herkes için ideal çevre koşullarını sağlamak olası değildir. Bu durumun çözüme kavuşturulabilmesi için tipik uygulamalarda, hareketsiz veya düşük aktivite seviyesindeki kullanıcıların en az %80'inin (ASHRAE Standard-55, 2004, 2010, 2013, 2017) ısı olarak rahat veya kabul edilebilir bulacağı koşulların belirlenmesi gereklidir (Fanger, 1977).

Isıl konfor koşulları belirlenirken dikkate alınması gereken altı temel parametre bulunmaktadır. Bu parametreler, Fanger (1967) tarafından insan vücudunun ısı dengesi göz önünde bulundurularak tanımlanmıştır ve şu şekilde sıralanır: hava sıcaklığı, ortalama radyan sıcaklık, rüzgâr hızı ve bağıl nem gibi iklimsel faktörler ile metabolik hız ve giysi yalıtımı gibi kişisel faktörler (ASHRAE Standard-55, 2004, 2010, 2013, 2017).

Günümüze kadar, farklı iç ve dış mekânlarda ısı konforu değerlendirmek amacıyla birçok farklı indeks geliştirilmiştir. Bu indeksler arasında, Rüzgâr Soğutma İndeksi (WCI) (Siple ve Passel, 1945) ve Rahatsızlık İndeksi (DI) (Thom ve Bosen, 1959) gibi deneysel yöntemler ile, Öngörülen Ortalama Oy (PMV) (Fanger, 1970), Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (PET) (Mayer ve Höppe, 1987), Sıcaklık-Nem İndeksi (THI) (Kyle, 1994), Algılanan Sıcaklık (PT) (Staiger ve diğ., 1997), Standart Etkili Sıcaklık (SET) (Gagge ve diğ., 1986) ve Evrensel Isıl İklim İndeksi (UTCI) (Höppe, 2002) gibi analitik, ısı dengesine dayalı çok farklı indeksler ve toplamda neredeyse 165 farklı ısı indeks geliştirilmiştir (de Freitas ve Grigorieva, 2016).

İlk olarak, ısı ortamların konforlu veya rahatsız edici olarak sınıflandırılması, sabit koşullarda gerçekleştirilen iklim odası deneyleri ve analitik indekslerle yapılmıştır (Gagge ve diğ., 1967; Fanger, 1970). Zamanla, öznel değerlendirmelerin dikkate alındığı ve farklı iç mekân özelliklerinde gözlem çalışmaları yapılmaya başlanmıştır (Foda ve Siren, 2011; Zhang ve diğ., 2004). Dış ortam hava sıcaklığı gibi dış mekân koşullarının ve insanların ortamla uyum sağlama yeteneklerinin iç mekânlardaki konfor algısını etkilediği fark edilince, uyarlanabilir yaklaşım (adaptive approach) geliştirilmiş ve bu bağlamda bazı çalışmalar yapılmıştır (Humphreys, 1978; Baker ve Standeven, 1996; Nicol ve Humphreys, 2002). Bu sayede iç ve dış mekânlar arasında bir bağ kurulmuş ve öznel değerlendirmelere daha fazla ağırlık verilmiştir. Ayrıca, enerji tüketiminin çevresel ve ekonomik maliyetlerini

azaltmaya yönelik ihtiyaçların artmasıyla, ısı konforu, öncelikle ofis, okul, ev gibi iç mekânlarda ve daha sonra kapalı araç ortamlarında incelenmiştir.

Ancak son yıllarda, sürdürülebilir kentsel planlamanın önemiyle birlikte dış mekânlarda ısı konforu araştırmalarına daha fazla odaklanılmaya başlanmıştır (Spagnolo ve Dear, 2003). Özellikle son 20 yılda dış mekân ısı konforuna yönelik ilgi artmış ve bu konuda yapılan saha (Fiala ve diğ., 2001; Jendritzky ve diğ., 2001; Höppe, 2002; Nikolopoulou ve Steemers, 2003; Nikolopoulou ve Lykoudis, 2006; Thorsson ve diğ., 2007; Tokunaga ve Shukuya, 2011; Nikolopoulou ve diğ., 2001) ve simülasyon (Matzarakis ve diğ., 2007; Bruse ve Fler, 1998; Havenith, 2001; Huizenga ve diğ., 2001) çalışmaları hız kazanmıştır.

## **2.1 Dış Mekân Isı Konforunun Önemi - İç Mekân Ve Dış Mekân Isı Konforunun Farkı**

Isı konforu, 20. yüzyılın başlarından itibaren bilimsel bir alan olarak incelenmeye başlanmış olsa da uzun bir süre boyunca çalışmalar çoğunlukla bina tasarımı ve kullanım standartlarının oluşturulmasına odaklanarak iç mekân ısı konforu üzerine yoğunlaşmıştır (Handley ve Carter, 2006). Bu süreçte, binaların iç mekân iklim koşulları ile bina kullanıcılarının konfor algıları üzerinde geniş kapsamlı araştırmalar gerçekleştirilmiş, ancak dış mekân ısı konforu çoğunlukla göz ardı edilmiştir (Wilson ve diğ., 2008).

Isı konforu çalışmalarının, standartlarının ve uygulamalarının büyük bir kısmının iç mekânlara odaklanmasının dört ana nedeni bulunmaktadır (Spagnolo ve de Dear, 2003). İlk olarak, gelişmiş ülkelerde yapılan pek çok araştırmada, insanların zamanlarının %90'ından fazlasını iç mekânlarda geçiriyor olmaları önemli bir faktördür. İç mekânlarda geçirilen süre genellikle birkaç saat iken, dış mekânlarda geçirilen süre çoğunlukla birkaç dakikadır (Höppe, 2002). Leech ve diğerleri (2000) tarafından Amerika ve Kanada'da yapılan bir araştırmada, 10.000'den fazla katılımcı ile yapılan anket sonuçlarına göre, yaz aylarında insanların yalnızca %10'u, kış aylarında ise %2-4'ü dışarıda vakit geçirmektedir. Bu durum, sanayileşmiş ülkelerin geneli için tipik olup, dış mekânlarda geçirilen sürenin sınırlı olması, ısı konforu çalışmalarının neden ağırlıklı olarak iç mekânlara odaklandığını açıklamaktadır (Höppe, 2002).

İkinci olarak, çalışma ortamlarındaki ısı koşullarının verimlilikle doğrudan ilişkili olduğu kabul edildiğinden, çalışanlar için ideal iç mekân koşullarının belirlenmesi ve sağlanması, üretkenliğin artırılması açısından ekonomik bir öneme sahiptir (Spagnolo ve de Dear, 2003). Dış mekânlar ise genellikle yapay ısıtma veya soğutma sistemlerine sahip olmadığından, dış mekân ısı konforu fazla enerji tüketimi gerçekleştirmez. Bu nedenle, ısı konfor hesaplamaları için geliştirilen yöntemler, dış mekânlardaki iklim koşulları dikkate alınmadan daha çok iç mekânların enerji verimliliği ve ısı konforunu göz önüne alınmıştır (Ochoa ve diğ., 2006).

Diğer temel sebepler ise, iç mekânlarda ısı konforu sağlamak için mühendislik çözümleri veya fiziksel kontrolün çok daha kolay bir şekilde uygulanabilmesi ve aynı zamanda iç mekânların mülkiyet sınırlarının ve sorumluluklarının dış mekânlara kıyasla çok daha açık ve belirgin olmasından kaynaklanmaktadır (Spagnolo ve de Dear, 2003). Ayrıca, dış mekânlarda iklimsel koşulların zaman içinde ve mekânda daha fazla değişkenlik göstermesi, iş, alışveriş, eğlence, dinlenme ve ulaşım gibi farklı amaçlara hizmet eden alanların çeşitlenmesi, giyim tarzları ve aktivite düzeylerinin farklılık göstermesi, daha önceki deneyimlerin ısı algıyı etkilemesi gibi etkenler, dış mekânları iç mekânlardan niceliksel olarak farklı kılmaktadır (Nikolopoulou ve diğ., 1999; Höppe, 2002; Givoni ve diğ., 2003; Handley ve Carter, 2006; Wilson ve diğ., 2008).

Dış mekânlardaki ısı ortamı, iç mekânlara kıyasla daha değişken bir yapıya sahip olduğu için, geniş açık alanlarda iç mekânlardaki gibi homojen bir ısı ortamı yaratmak mümkün değildir. Isı algıları, yalnızca mevcut ısı koşullarına uyum sağlamakla kalmaz, aynı zamanda daha önceki çevresel etkenlere de bağlı olarak şekillenir. Bu bağlamda, Japonya'da iç ve dış mekânlardaki ısı algı farklılıklarının geçmiş ısı deneyimleriyle ilişkisini incelemek amacıyla üniversite öğrencileriyle bir araştırma yapılmıştır. Bu çalışmada, klimasız bir metro istasyonu caddesi, klimalı bir yer altı alışveriş merkezi caddesi ve açık hava caddesi seçilerek, Ağustos ve Kasım aylarında iklimsel ölçümler ve anketler gerçekleştirilmiştir. Ölçüm sonuçlarına göre, ağustos ayında dış mekânda en yüksek hava sıcaklığı ve nem değeri gözlemlenirken, klimalı iç mekânda ise en düşük değerler kaydedilmiştir. Kasım ayında ise bu durumun tam tersi yaşanmıştır. Rüzgâr hızı dış mekânlarda daha fazla değişkenlik göstermiş ve bu değişkenlik, nehir kenarı ve kavşaklarda belirgin bir şekilde artmıştır. Güneş radyasyonu ise gökyüzünün açık olmasıyla doğru orantılı olarak kavşak ve köprülerde daha yüksek seviyelere ulaşmıştır. Isı algıları karşılaştırıldığında, kapalı alanları

önce deneyimleyen kişilerin, dış mekâna geçene kıyasla yazın daha sıcak, sonbaharda ise daha soğuk hissettikleri gözlemlenmiştir. Klimalı iç mekân ile dış mekânın birleşim noktalarında, her iki grup arasında belirgin bir ısı algı farkı tespit edilmiştir. Ayrıca, sıcak ve çok sıcak ya da soğuk ve çok soğuk olarak algılanan koşullar, kavşaklar ve köprülerde yoğunlaşmıştır. Öğrenciler, ısı algılarındaki değişikliklerin başlıca nedenleri olarak doğrudan güneşe maruz kalmayı ve değişken rüzgâr koşullarını belirtmişlerdir. Bu sonuçlar, dış mekânlarda iklimsel farklılıkların daha belirgin olduğunu ve ısı algılarının bu değişikliklere uyum sağladığını gösterirken, geçmiş çevresel deneyimlerin de ısı algıları üzerinde etkili olduğunu ortaya koymaktadır (Nagara ve diğ., 1996).

Açık alanlardaki rahatsızlık seviyelerinin iç mekânlara kıyasla daha düşük olmasının bir diğer nedeni, insanların değişken dış mekân koşullarına karşı daha fazla tolerans geliştirebilmeleridir. Dış mekânlar, bireylerin çevresel değişikliklere uyum sağlama yeteneklerini artırabilmesi için fırsatlar sunar ve yerel mikro iklim koşulları arasında, bireylerin ihtiyaçlarına uygun olanı seçerek konfor seviyelerini ayarlamaları mümkün olur (Nikolopoulou ve Steemers, 2003). Chappells ve Shove (2005) ise, iklim değişikliği ve artan sıcaklıklar dikkate alındığında, konfor algısının sosyo-kültürel bir yapı tarafından şekillendiğini ve bu algıya ulaşmayı sağlayan uyum sağlama kapasitesinin, iç mekânlarda yaygın olarak kullanılan mekân iklimlendirme sistemlerine olan bağımlılıkla tehdit altında olduğunu belirtmişlerdir (Handley ve Carter, 2006).

Günümüzde yaygın olarak kullanılan ısı konfor modellerinin çoğu, otururken yapılan sınırlı fiziksel aktiviteleri içeren tipik iç mekân koşulları için geliştirilmiş olup, sonradan dış mekân kullanımına uyarlanmıştır (Höppe, 2002). İç mekânlarda olduğu gibi, dış mekânlarda da insanlar ısı uyarılarına benzer şekilde tepki vermektedir (Spagnolo ve Dear, 2003). Ancak dış mekânlar, dinamik iklim koşullarıyla ve genellikle insanların daha fazla hareket ettiği alanlar olarak, iç mekânlardaki ısı konfor tepkilerinden farklı olarak, kişilerin ısı uyarılarına verdikleri fizyolojik tepki ile konfor algısı arasındaki uyumda belirgin bir farklılık gözlemlenmektedir (Nagara ve diğ., 1996; Tseliou ve diğ., 2010). Ayrıca, iklim koşulları, mikro iklimsel faktörler, geçmiş deneyimler ve farklı dönemlerdeki ısı beklentiler, insanların ısı tercihlerini büyük ölçüde etkileyerek, bu durum ısı tahmin modellerinin karmaşıklığına ulaşmakta zorluk yaratmaktadır (Lin ve diğ., 2011). Özellikle PMV-PPD ve SET gibi enerji dengesi temelli indeksler, fizyolojik ve fiziksel açıdan sağlam temellere dayansa da insan faktöründen kaynaklanan yorumlama zorluklarıyla karşı

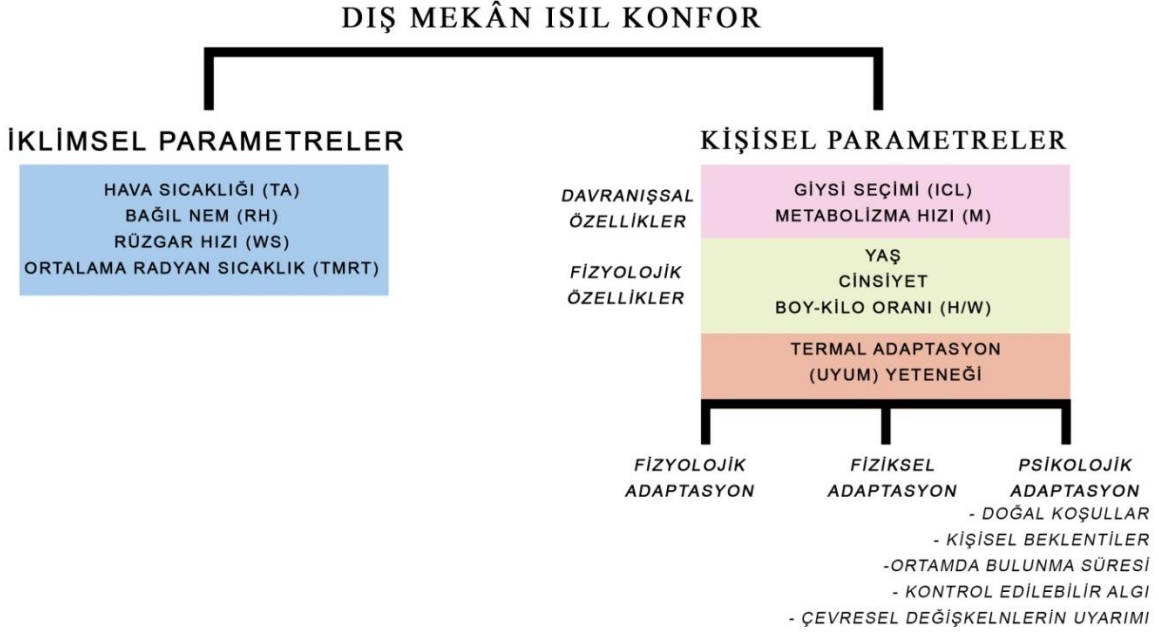
karşıyadır (Tseliou ve diğ, 2010). Bu da dış mekânlardaki ısı konfor değerlendirmelerinin iç mekânlara kıyasla daha öznel hale gelmesine yol açmaktadır (Höppe, 2002).

İç mekân koşulları ve ısı konfor hesaplama yöntemleriyle ilgili ASHRAE Standard-55 veya ISO 7730 gibi uluslararası kabul görmüş standartlar mevcutken, dış mekân ısı konforu için benzer bir ortak referans bulunmamaktadır. İç mekânlarda ısı konfor üzerine çok sayıda araştırma, standart ve düzenleme bulunmasına rağmen, dış mekânlar bu konuda genellikle göz ardı edilmiştir (Handley ve Carter, 2006).

Bunun başlıca nedeni, açık alanların iklimsel özelliklerinin, bir şehirden diğerine veya aynı şehir içinde önemli derecede değişkenlik göstermesidir (Ochoa ve diğ, 2006). Ayrıca, bu değişkenliklerin konforlu ya da konforsuz olarak değerlendirilmesinin mevsimsel farklılıklar veya farklı iklim bölgelerinde insanların giyim alışkanlıklarındaki değişimler gibi faktörlere bağlı olarak değişmesi, standart bir değer belirlemeyi zorlaştırmaktadır. *Çünkü insanlar, farklı koşullarda farklı ısı algılar ve tercihler geliştirebilmektedirler* (Lin ve diğ, 2011). Buna karşılık, kapalı ortamlardaki iklim koşulları ile ilgili öznel değerlendirmeler, toplumsal ısıtma ve soğutma normları farklı olsa da ülkeler ve iklimler arasında benzerlikler göstermektedir (Humphreys, 1976). Bu nedenle, dış mekân ısı konforu için genel varsayımlar yapmak veya ortak ilkeler geliştirmek zordur (Givoni ve diğ, 2003).

## **2.2 Dış Mekân Isı Konforunu Etkileyen Parametreler**

Isı konfor, bir ortamın hava sıcaklığı ( $T_a$ ), bağıl nem (RH), ortalama radyan sıcaklık ( $T_{mrt}$ ), rüzgâr hızı (WS) iklimsel faktörlerin yanı sıra, o ortamda bulunan bireyin metabolizma hızı (M) ve giysilerinin ısı yalıtım (I<sub>cl</sub>) özellikleriyle de doğrudan ilişkilidir. İnsan vücudunun ısı kazanımı ve kayıplarıyla bağlantılı olan bu altı ana parametre, bir kişinin çevresindeki ısı algısını etkileyerek, ortamda duyulan memnuniyetin belirlenmesinde önemli bir rol oynar (Fanger, 1970). Bunun yanı sıra, vücudun ısı dağılımını ve dolayısıyla ısı konforu dolaylı olarak etkileyebilecek bir dizi ikincil faktör de bulunmaktadır (ASHRAE, 2001). Her ne kadar bu ikincil faktörler doğrudan bir değerle ifade edilemese de bireyin kişisel özellikleri, ısı algısını önemli ölçüde şekillendirir. Bu bağlamda, dış mekân ısı konforunu etkileyen başlıca faktörler, iklimsel ve kişisel parametreler olarak kategorize edilebilir (Şekil 2.1).



**Şekil 2.1:** Dış mekân ısı konforunu etkileyen parametreler

### 2.2.1 İklimsel Parametreler

**Hava sıcaklığı (Ta);** çevredeki havanın sıcaklık değeri olup genellikle Kelvin (K) veya santigrat derece ( $^{\circ}\text{C}$ ) cinsinden ifade edilir ve kuru termometre sıcaklığı (DBT) ile ölçülerek ısı duyumu üzerinde doğrudan etkiye sahiptir (ASHRAE Standard-55, 2004, 2010). Ayrıca, ıslak termometre sıcaklığı (WBT) gibi ölçümler de algılanan hava sıcaklığını etkileyen önemli faktörler arasında yer alır (Oke, 1987; Givoni, 1998). Hava sıcaklığı, yüksek sıcaklık bölgelerinden düşük sıcaklık bölgelerine doğru hareket ederek konveksiyon yoluyla insan vücudu ile çevre arasında ısı transferine neden olur ve bu süreç, ısı denge sağlanana kadar devam eder; düşük hava sıcaklıklarında vücut ısı kaybederken, yüksek sıcaklıklarda ise ısı kazanır, ancak aşırı sıcak veya soğuk koşullar vücudun ısı düzenleme mekanizmalarını zorlayarak metabolik faaliyetleri etkileyebilir (Oke, 1987; Givoni, 1998).

**Bağıl nem (RH);** havadaki su buharı miktarının, o sıcaklıkta havanın taşıyabileceği maksimum su buharı miktarına oranıdır ve genellikle yüzde (%) olarak ifade edilir. Bağıl nem, çevredeki buharlaşma potansiyelini ve vücudun bu koşullara adaptasyonunu etkileyerek ısı konforu üzerinde önemli bir rol oynar (ASHRAE Standard-55, 2004, 2010; ISO 7726, 1998). Düşük bağıl nem, cilt ve mukoza yüzeylerini kurutarak rahatsızlıklara yol açabilir (Givoni, 1998), ayrıca kışın solunum yolu hastalıklarını artırabilir (Green,

1982). Yüksek bağıl nem ise terin buharlaşmasını engelleyerek cilt yüzeyinde nem birikmesine ve ısı rahatsızlık hissine neden olur, bu da cilt ile giysi arasındaki sürtünmeyi artırarak konforu olumsuz etkiler (Gwosdow ve diğ., 1986). Konfor aralığı %30-%65 bağıl nem arasında kabul edilir; %30'un altındaki ortamlar kuru, %65'in üzerindeki ise nemlidir (Olgay, 1963). Bağıl nem, hava sıcaklığı ve su buharı miktarıyla doğrudan ilişkilidir; sıcaklık arttıkça bağıl nem azalır, düştükçe artar. Bu yüzden bağıl nem tek başına ısı konforu belirlemez ve hava sıcaklığı ile birlikte değerlendirilmelidir (Ahrens, 2009). Rüzgâr hızının yüksek olduğu ortamlarda bağıl nemin etkisi daha az hissedilir, ancak konfor üzerindeki etkisi, iklim, mevsim ve bireysel farklılıklara bağlı olarak değişir (ASHRAE Standard-55, 2013, 2017; Lstiburek, 2002).

**Rüzgâr hızı (WS);** iç ve dış mekânlar arasındaki temel farklılıklardan biri olup, vücut ile çevre arasındaki ısı alışverişini hızlandırarak konveksiyon ve buharlaşma yoluyla fazla ısının vücuttan atılmasına yardımcı olur, böylece hissedilen sıcaklık üzerinde önemli bir etkiye sahiptir (ISO 7726, 1998). Sıcak hava koşullarında vücut yüzeyindeki terin buharlaşmasını artırarak serinleme sağlarken, düşük sıcaklıklarda ısı kaybını artırarak soğuma etkisi yaratır (ISO 7730, 2005; Auliciems & Szokolay, 2007). Rüzgâr hızı ve yön olarak iki bileşene ayrılmakla birlikte, ısı konfor hesaplamalarında rüzgâr hızı daha belirleyici bir faktördür (ISO 7726, 1998). m/s cinsinden ölçülen rüzgâr hızı, düşük seviyelerde (0.1-1 m/s) konforlu kabul edilirken, yüksek hızlarda (>5 m/s) rahatsızlık verici veya tehlikeli olabilir (ASHRAE Standard-55, 2004, 2010, 2013, 2017; Nikolopoulou ve diğ., 2004). Yüksek hızlarda rüzgârın ısı etkilerinden ziyade mekânîk etkileri ön plana çıkar; örneğin, 10 m/s hızındaki rüzgâr toz ve çöpleri havalandırırken, 20 m/s hızında yayalar için tehlike oluşturabilir (Oke, 1987). Ayrıca, soğuk iklimlerde düşük hızlardaki rüzgâr bile rahatsızlık yaratabilirken, sıcak iklimlerde rüzgârın serinletici etkisi ısı konfora olumlu katkıda bulunur (Olgay, 1963).

**Ortalama radyan sıcaklık (T<sub>mrt</sub>);** cilt ve çevresi arasındaki radyan ısı değişimini temsil eder ve insan enerji dengesinde önemli bir rol oynar. Radyan ve konvektif ısı değişimlerinin birleşik etkisi, özellikle yaz mevsiminde güneşli günlerde dış mekânlarda önemli bir faktör olarak öne çıkar (Matzarakis, 2001; Matzarakis ve diğ., 1999, 2007, 2010). Ortalama radyan sıcaklık (ASHRAE Standard-55, 2017), insan vücudu üzerindeki kısa ve uzun dalga radyan akılarının tümünü tek bir değerde birleştirir ve bir kişinin farklı

bir yüzeyle aynı miktarda radyan ısı alışverişinde bulunacağı varsayılan hayali siyah yüzeyin tek tip sıcaklığını temsil eder (ASHRAE Standard-55, 2004, 2010, 2013, 2017).

## 2.2.2 Kişisel Parametreler

**Metabolizma hızı (M);** organizmanın besin maddelerini enerjiye dönüştürerek ısı üretmesi sürecidir. İnsan vücudu, bazal metabolizma ve kas metabolizması aracılığıyla sürekli ısı üretir. Bazal metabolizma hızı, dinlenme durumunda vücut büyüklüğü ve yaş gibi faktörlere bağlı olarak değişir ve genç bireylerde genellikle 86 W olarak belirlenmiştir (Höppe, 1988). Kas metabolizması ise fiziksel aktivitelerle ilişkilidir ve üretilen ısı miktarı, aktivite yoğunluğuna bağlı olarak 0 W ile 1000 W arasında değişebilir (Höppe, 1988; Oke, 1987). Metabolizma hızı (M), kimyasal enerjinin ısıya ve mekânîk işe dönüşme hızını ifade eder ve ısı konfor araştırmalarında deri yüzeyine düşen ısı miktarı ( $W/m^2$ ) ile ölçülür. Ortalama bir birey dinlenme sırasında yaklaşık 1 met ( $58.2 W/m^2$ ) metabolik hız üretir (ASHRAE Standard-55, 2004, 2010, 2013, 2017).

**Giysi yalıtımı (Icl),** kumaş kalınlığı, nem oranı, rüzgâr hızı ve giysi içinde tutulan hava miktarı gibi faktörlerden etkilenir; ıslak giysilerde ise bu etki önemli ölçüde azalır (Oke, 1987). Isıl koşullara uygun giysi seçimi, vücut ısısının dengede tutulmasında etkili bir yöntemdir; soğuk havalarda koyu renkli, sık dokunmuş ve çok katmanlı giysiler, sıcak havalarda ise açık renkli, gevşek dokulu ve hafif giysiler tercih edilir (Höppe, 1988; Oke, 1987). Giysi yalıtımı (Icl), giysilerin ısı transferine karşı gösterdiği direnci ifade eder ve clo birimiyle ölçülür. Bir clo,  $0.155 m^2 \text{ }^\circ C/W$  ısı direnci eşdeğerdir. Giysi yalıtımı, vücut yüzeyindeki tüm ısı transferini içerir ve açıkta kalan baş, eller gibi bölgeleri de kapsar (ASHRAE Standard-55, 2004, 2010, 2013, 2017).

**Yaş,** bireylerin ısı konfor algısını ve tercihlerine önemli ölçüde etki eder. Yaş ilerledikçe bazal metabolizma hızı, kas kütlesi, terleme hızı ve ciltte ısı taşınım kapasitesi azalır, bu da yaşlı bireylerin ısı değişimlere duyarlılığını azaltarak daha dar bir ısı konfor aralığına sahip olmalarına ve genellikle daha yüksek sıcaklıkları tercih etmelerine yol açar (Havenith, 2001; Auliciems ve Szokolay, 2007; Hwang ve Chen, 2010). Metabolik hız da yaşla birlikte düşer; örneğin, 20 yaşındaki bir bireyin maksimum metabolik hızı 12 met, 70 yaşında ise bu değer 7 met'e iner (ASHRAE, 2001), bu da yaşlı bireylerin çevreyi daha soğuk algılamalarına neden olur (Hwang ve Chen, 2010).

**Cinsiyet;** faktörünün ısı konfor üzerindeki etkisiyle ilgili yapılan bazı çalışmalarda, erkek ve kadınların algıladıkları ve tercih ettikleri ısı koşulların genellikle benzer olduğu, ancak farkların önemsiz düzeyde olduğu belirtilmiştir (Karjalainen, 2007). Ancak öznel değerlendirmelere dayanan araştırmalar, cinsiyetin memnuniyet ve rahatsızlık algısı üzerinde etkili olabileceğini göstermektedir (Cena ve Dear, 2001). Kadınların erkeklere göre daha düşük cilt sıcaklıkları ve metabolizma hızlarına sahip olmaları, buharlaşma yoluyla gerçekleşen ısı kayıplarını dengeleyerek ısı duyuların benzer olmasına yol açmaktadır (Olesen ve Fanger, 1973; Fanger ve Langkilde, 1975). Ancak kadınların genellikle daha ince giysiler giymesi, onları soğuk ortamlara karşı daha duyarlı hale getirmektedir (Fanger, 1970; Gagge ve Nevins, 1976; Parsons, 2002). Kadınların metabolizma hızlarının erkeklerden %30 daha düşük olması, kadınların ortam sıcaklıklarını erkeklere kıyasla 1°C daha yüksek tercih etmelerine neden olmaktadır (ASHRAE, 2001).

**Boy-kilo oranı,** bazal metabolizma hızını etkileyen temel bir parametre olup, vücut büyüklüğü arttıkça bazal metabolizma hızı da artar; bu durum, vücut iç ısısının korunması için gereken enerji miktarının yüzey alanıyla orantılı olmasından kaynaklanır (Oke, 1987; Lowry, 1967). Vücut yüzey alanı, kütle ve boy uzunluğuna bağlı olarak değişir ve metabolik hız üzerinde etkili olur (Du Bois & Du Bois, 1916). Daha düşük boy-kilo oranına sahip bireyler, çevreyle daha az ısı alışverişi yaparak ortamı daha sıcak hisseder (Auliciems & Szokolay, 2007). Sıcak koşullarda bu bireyler, vücut sıcaklığını dengelemek için terleme oranını artırır (ASHRAE, 2001).

**Isıl adaptasyon (uyum) yeteneği,** bir organizmanın sürekli olarak maruz kaldığı uyarana karşı, hayatta kalabilmesi için yaptığı tepkilerin zamanla azalması olarak tanımlanabilir (Brager ve Dear, 1998). Isıl adaptasyon ise, insanların çevrelerine ve ihtiyaçlarına uyum sağlamak amacıyla gerçekleştirdikleri fizyolojik, fiziksel ve psikolojik süreçlerin tümünü kapsar (Nikolopoulou ve diğerleri, 1999). Çevrenin sınırlı bir uyum sağlama kapasitesine sahip olması, ortamın ısı algılarının nötr seviyeden sapmasına neden olarak, bireylerde stres ve memnuniyetsizlik yaratabilir (Baker ve Standeven, 1996).

## 2.3 Dış Mekân Isıl Konfor İndeksleri

İnsanların ısı konfor değerleri, farklı indekslerle ölçülmektedir (Burton ve ark., 2009). 1950'li yıllardan itibaren, hem iç hem de dış mekânlarda insanların ısı konforu üzerine pek çok rapor yayımlanmış ve bu raporlar sayısal ve grafiksel karşılaştırmalar yapılmasına olanak sağlamıştır (Abdel-Ghany ve ark., 2013). Yüksek sıcaklık koşullarını değerlendirmek ve vücutta ısı gerilimi riskini tahmin etmek amacıyla 60'tan fazla ısı stresi indeksi geliştirilmiştir. Bu indekslerin her birinin kendine ait avantajları ve sınırlamaları bulunmaktadır (Burton ve ark., 2009). Dış mekân ısı konfor indeksleri insan vücudunda ki enerji dengesi prensibine dayanır ve insanın ısı algısı üzerinde metabolik aktiviteler, giysi durumu ve çevresel parametreler (hava sıcaklığı, ortalama radyan sıcaklık, rüzgâr hızı, güneş ışıması ve bağıl nem) arasındaki ilişkiyi gösterir (Mayer ve Matzarakis, 1998). Literatürde 165'ten fazla farklı indeks geliştirilmiş olmasına rağmen, bunlar arasında özellikle dış mekân ısı konfor bağlamında dikkat çeken indeksler; (Kumar, 2020): Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (PET) (Zang ve ark., 2023), Evrensel Isıl İklim İndeksi (UTCI) (Mahdavinejad ve ark., 2024), Tahmini Ortalama Oy (PMV) (Tan ve ark., 2024), Standart Etkili Sıcaklık\* (SET\*) (Su ve ark., 2024) ve Yaş Termometre Küre Sıcaklığı (WGBT) (Yaglou ve Minard, 1957). Bu indekslerden PET, geniş bir kabul görebilen literatürde öne çıkmıştır. PMV ve UTCI ise farklı iklim bölgelerinde etkin bir şekilde kullanılabilmesiyle dikkat çekmektedir (Kumar, 2020).

### 2.3.1 Evrensel Isıl İklim İndeksi (UTCI)

Uluslararası Biyometeoroloji Derneği (ISB) Komisyonu tarafından 10 yılı aşkın bir süre önce önerilen bir yaklaşıma dayanmaktadır ve daha sonra COST Action 730 tarafından desteklenmiştir (Pappenberger ve ark., 2015). Fiala ve ark.'nın gelişmiş çok düğümlü termoregülasyon modeli, UTCI'nin temelini oluşturur ve UTCI, bir organizmanın çevredeki sıcaklık tamamen farklı olsa bile vücut sıcaklığını belirli bir sınır içinde tutabilme yeteneği olarak tanımlanır (Fiala ve ark., 2012). Ayrıca Blazejczyk ve arkadaşları (2010), Fiala modeline dayanarak insan vücudunu ideal bir sistem olarak görmeyen, fizyolojik değişkenlerin sabit olmadığı bir yaklaşımla ve ısı strese verilen tepkilerin gerçek verilere dayalı regresyon yöntemiyle tahmin edildiği bir model geliştirmiştir. Bu model, aynı zamanda birçok ısı akışı mekânizmasını eşzamanlı olarak değerlendiren çok düğümlü bir yapıya sahiptir ve UTCI-Fiala olarak adlandırılmıştır

UTCI, referans bir çevreden türetilen çevresel karşılık sıcaklıktır. Bu, gerçek çevreye verilen yanıtla karşılaştırıldığında, referans bireyinin aynı stres indeksi değerini üreten referans çevresinin hava sıcaklığı olarak tanımlanır (Denklem 2.1).

$$UTCI (Ta, Tr, va, pa) = Ta + \text{Offset} (Ta, Tr, va, pa) \quad (2.1)$$

Ta: termometre sıcaklığı

pa: su buharı basıncı veya RH: bağıl nem

va: rüzgâr hızı (10 metre yükseklikte)

Tmrt (Tr): ortalama radyan sıcaklık

Dış mekânlardaki ısı stresi hesaplamak için en kapsamlı indekslerden biri olarak kabul edilmektedir (Blazejczyk, 1994). Bu indeks, insan meteorolojisi ışığında ısı stresi değerlendirmesi için standart bir kıstas oluşturmak amacıyla geliştirilmiştir (Blazejczyk, 2010). UTCI hesaplamak için gereken veri, meteorolojik ve meteorolojik olmayan (metabolik hız ve giysi ısı direnci) verileri içerir (Farajzadeh ve ark., 2016). UTCI hesaplamasında dikkate alınan parametreler arasında kuru sıcaklık, ortalama radyasyon sıcaklığı, su buharı basıncı veya bağıl nem ve rüzgâr hızı (10 m yükseklikte) yer alır. UTCI, aşırı soğuk stresinden aşırı sıcak stresine kadar 10 gruba ayrılır (Tablo 2.1) (Young, 2017).

**Tablo 2.1:** Farklı UTCI grupları için ısı algılama

UTCI (°C)	Isıl Algılama
>46	Aşırı Sıcak Stresi
38-46	Oldukça Kuvvetli Sıcak Stresi
38-32	Kuvvetli Sıcak Stresi
32-26	Orta Sıcak Stresi
26-9	Isıl Stres Yok
9-0	Hafif Soğuk Stresi
0-(-13)	Orta Soğuk Stresi
(-13)-(-27)	Kuvvetli Soğuk Stresi
(-27)-(-40)	Oldukça Kuvvetli Soğuk Stresi
<(-40)	Aşırı Soğuk Stresi

UTCI; RayMan, ENVI-met, PALM-4U, UMEP gibi mevcut yazılım paketleriyle kolayca hesaplanabilmektedir (Matzarakis ve diğ. 2007, 2010; Fröhlich ve diğ. 2020).

### 2.3.2 Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (PET)

PET, tüm temel termoregülasyon süreçlerini dikkate alan bir indeks olarak geliştirilmiştir (Höppe, 1993) ve Munich Enerji Denge Modeli (MEMI) adı verilen bir termofizyolojik ısı dengesi modeline dayanmaktadır (Höppe, 1984; 1999). Mayer ve Höppe'ye (1987) ve Höppe'ye (1999) göre, PET, tipik bir iç mekân koşulunda, insan vücudunun ısı dengesinin sağlandığı eşdeğer hava sıcaklığı olarak tanımlanır (iş metabolizması 80 W hafif aktivite ve 0,9 clo kıyafet). İç mekân referans iklimi için şu varsayımlar yapılır: Ortalama radyant sıcaklık, hava sıcaklığına eşittir ( $T_{mrt}=T_a$ ). Hava hızı 0,1 m/s olarak ayarlanır. Su buharı basıncı 12 hPa olarak ayarlanır (yaklaşık olarak  $T_a=20^{\circ}\text{C}$ 'de %50 bağıl nemle eşdeğer). PET, referans bir iç mekân koşulunda eşdeğer sıcaklık olmasına rağmen, gerçek dış mekân koşullarında geniş bir yelpazede uygulanabilir.

PET, yeni Alman kılavuzlarında (VDI, 1998) şehir ve bölge planlamacıları için önerilen indekslerden biridir ve şehir veya bölgesel iklimlerdeki ısı bileşen değişikliklerinin tahmininde kullanılır.

İlk olarak Höppe ve Mayer (1987) tarafından üretilen PET, Münih Bireysel Enerji Dengesi Modeli (MEMI) adı verilen termo-fizyolojik bir ısı dengesi modeline dayanmaktadır (Höppe, 1999; Honjo, 2009; Krüger ve diğerleri, 2017). Bu model, insan vücudunun ısı dengesi denklemini temel almaktadır (Denklem 2.2) (Höppe, 1999).

$$M+W+R+C+ED+ERe+ESw+S=0 \quad (2.2)$$

M: Metabolik oran,

W: Aktivite türü,

R: Vücudun net radyasyonu,

C: Konvektif ısı akışı,

ED: Deriden yayılan su buharına suyu buharlaştırmak için gelen gizli ısı akışı (algılanamaz terleme),

ERe: Solunan havayı ısıtmak ve nemlendirmek için ısı akışlarının toplamı,

ESw: Terin buharlaşmasından kaynaklanan ısı akışı,

S: Vücudu ısıtmak veya soğutmak için depolanan ısı akışı.

PET değerine göre Matzarakis ve Mayer'in (1996) geliştirdiği -4 (çok soğuk) ile +4 (çok sıcak) arasında değişen 9 puanlık duyum ölçeği temel alınmıştır.

**Tablo 2.2:** PET indeksinde değerlerin dağılımı ve bu değerlere göre ısı algılama (Matzarakis ve diğ., 1999)

PET (°C)	Algılama	Fizyolojik Stres Dereceleri
<4	Çok Soğuk	Aşırı Soğuk stresi
4.1-8	Soğuk	Güçlü Soğuk Stresi
8.1-13	Serin	Orta Dereceli Soğuk Stresi
13.1-18	Hafifçe Serin	Hafif Soğuk Stresi
18.1-23	Konforlu	Isıl Stres Yok
23.1-29	Hafifçe Ilık	Hafif Sıcak Stresi
29.1-35	Ilık	Orta Dereceli Sıcak Stresi
35.1-41	Sıcak	Güçlü Sıcak Stresi

PET; RayMan, ENVI-met, PALM-4U, gibi mevcut yazılım paketlerine mikro iklimsel veriler ve kişisel veriler girilerek hesaplanabilmektedir (Matzarakis ve diğ. 2007, 2010; Fröhlich ve diğ. 2020).

### 2.3.3 Standart Etkili Sıcaklık (SET)\*

Standart Etkili Sıcaklık (SET\*), iç mekân ortamlarında kullanılan Etkili Sıcaklık indeksinin bir adaptasyonudur. Giysi izolasyonu ve aktivite düzeyi gibi parametreleri içeren SET\*, dış mekân koşullarını değerlendirmek için genişletilmiştir. Ancak, SET\*'nin dış mekânlarda uygulanabilmesi için bazı değişiklikler yapılması gerektiği vurgulanmıştır (Spagnolo ve de Dear, 2003). Bununla birlikte, özellikle kentsel alanlarda SET\* dış mekânlardaki ısı konforu değerlendirmek için kullanılmaktadır, (Baaghideh ve ark., 2016). SET\*, rasyonel bir indeks olarak kabul edilir (Gagge, 1971; Gagge ve ark., 1986) ve hesaplamaları cilt sıcaklığı ile cilt nemlenme oranını da dikkate alır (Blazejczyk ve ark., 2012). SET hesaplamaları, RayMan, Ladybug, HoneyBee, DragonFly, Butterfly

(Grasshopper) programları kullanılarak yapılabilmektedir. Bu indeks için ısı eşik değerleri Tablo 2.3’de gösterilmiştir (Blazejczyk ve ark., 2012).

**Tablo 2.3:** SET\* indeksinde değerlerin dağılımı

SET* (°C)	Isıl Algılama
<17	Soğuk
17-30	Nötr
30-34	Ilık
34-37	Sıcak
>37	Çok Sıcak

#### 2.3.4 Tahmini Ortalama Oy (PMV)

PMV, 1970 yılında Fanger tarafından geliştirilmiş olup, hem kentsel hem de bölgesel planlama çalışmalarında ve meteorolojik araştırma projelerinde sıklıkla kullanılan temel sıcaklık-fizyolojik indekslerden biridir (Matzarakis, 2001; Najafi ve Najafi, 2012). Bu indeks, aynı çevresel koşullarda bulunan bir grup bireyin toplu algısını tahmin etmek için kullanılır (Blazejczyk, 2010; Najafi ve Najafi, 2012). PMV, Fanger'ın ısı dengesi modeline dayanan bir modeldir (Denklem 2.3).

$$S = M - W - E - Q \quad (2.3)$$

S: İnsan vücudu ısı depolama oranı (w/m<sup>2</sup> ),

M: İnsan vücudu metabolik oranı (w/m<sup>2</sup> ),

W: Mekânîk işe dönüşen enerji (w/m<sup>2</sup> ),

E: Terleme (w/m<sup>2</sup> ),

Q: Kuru ısı değişimi (Radyasyon + Konveksiyon, w/m<sup>2</sup>)

Bir grup insanın ortalama ısı duyma oyununu (-3 = soğuk, +3 = sıcak) ifade eder ve ısı ortamdan memnun olmayan insan sayısını tanımlayan Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) ile ilişkilendirilir. ISO 7730'da kabul gören indeksler PMV ve PPD ilk önce iç mekânlar için kullanılmaktadır (Fanger, 1970)PMV'nin hesaplanmasında altı faktör (kuru hava sıcaklığı, ortalama radyasyon sıcaklığı, bağıl nem, rüzgâr hızı, metabolik hız ve giysi

izolasyonu) dikkate alınır. (Błazejczyk, 2010). PMV'nin kategorileri Tablo 2.4'te gösterilmiştir.

**Tablo 2.4:** PMV ısı duyum skalası

PMV	Isıl Algılama
-3	Çok Soğuk
-2	Soğuk
-1	Serin
0	Nötr
+1	Ilık
+2	Sıcak
+3	Çok Sıcak

PMV hesaplamaları, RayMan, ENVI-met gibi programları kullanılarak pratik biçim de hesaplanabilmektedir.

### 2.3.5 Yaş Termometre Küre Sıcaklığı (WBGT)

WBGT, 1957 yılında Yaglou ve Minard tarafından geliştirilmiş olup, ısı stresini ölçmek için kullanılan temel deneysel indekslerden biri olarak kabul edilmektedir (Yaglou ve Minard, 1957). Bu indeks, hem iç hem de dış mekânlarda ısı stresini değerlendirmek için kullanılabilir. Kişinin bulunduğu ortama bağlı olarak, doğal ıslak sıcaklık, radyasyon sıcaklığı ve metabolik hız gibi çeşitli değişkenler bu indeksin hesaplanmasında kullanılır (Haji Azimi ve ark., 2011). WBGT indeksi, güneş yükü alan dış ortamlar ve güneş yükü almayan iç ve dış ortamlar için ayrı şekilde hesaplanmaktadır. (Denklem 2.4; Denklem 2.5)

Güneş yükü olan dış ortamlar için denklem;

$$WBGT=0,7 T_{nw}+0,2 T_g+0,1 T_a \quad (2.4)$$

Güneş yükü olmayan iç ve dış ortamlar için denklem ;

$$WBGT=0,7 T_{nw} + 0,3 T_g \quad (2.5)$$

$T_{nw}$ : ıslak termometre sıcaklığı,  $T_g$  :küre sıcaklığı,  $T_a$  : kuru termometre sıcaklığı

İç mekânlar için, bu indeksin hesaplanmasında doğal ıslak sıcaklık ve küre sıcaklığı kullanılırken, dış mekânlar için kuru sıcaklık da dikkate alınmaktadır (Hemmatjo ve ark.,

2013). WBGT değerlerine göre dış mekân aktivitelerine katılım için gerekli öneriler Tablo 2.5’de verilmiştir (Blazejczyk ve ark., 2012).

**Tablo 2.5:** WBGT değerlerine göre dış mekân aktivitelerine katılım önerileri

WBGT (°C)	Önerilen Aktivite
<18	Sınırsız
18–23	Olası artışlar ve ısı stresi semptomları için dikkatli olun
23–28	Alışık olmayan kişiler için aktif egzersizler sınırlandırılmalıdır
28–30	Alışık olmayanlar dışında herkes için aktif egzersizler sınırlandırılmalıdır
>30	Tüm antrenmanlar durdurulmalıdır.

#### 2.4 Dış Mekân Isıl Konforu Üzerine Yapılan Çalışmalar

Açık alanlardaki ısı konforu ile ilgili yapılan çalışmalar, üç ana başlık altında incelenebilir: iklimsel değerlendirme ve modelleme (Charalampopoulos ve Tsiros, 2017; Forwood ve diğ., 2001; Krüger ve diğ., 2014; Matzarakis, 2001; Park ve diğ., 2012), mekânsal tasarım ve uygulama (Ali-Toudert ve Mayer, 2006; Dimoudi ve Nikolopoulou, 2003; Djekic ve diğ., 2018; Gulyás ve diğ., 2006; Ketterer ve Matzarakis, 2014; Krüger ve diğ., 2011; Perini ve Magliocco, 2014; Santamouris ve diğ., 2011; Taleghani ve Berardi, 2018) ve kullanıcıların gerçek algı ve deneyimleri (Cohen ve diğ., 2013; Lin, 2009; Mahmoud, 2011; Salata ve diğ., 2016; Spagnolo ve de Dear, 2003; Yahia ve Johansson, 2013). Bu şekilde, ısı konforu araştırmaları farklı perspektiflerden ele alınmıştır.

Son yıllarda, gerçek kullanıcı algısı ve deneyimi üzerine yapılan çalışmalar önemli bir artış göstermiştir. Bu tür araştırmalar, belirli bir coğrafi bölge ve zaman diliminde anketler, saha ölçümleri, modelleme simülasyonları, istatistiksel analizler veya bu yöntemlerin birleşimleri ile gerçekleştirilmiştir (Potchter ve diğ., 2022). Dünya çapında yapılan bu araştırmalardan, bu tezle paralel olarak, açık alanlardaki mikro iklim koşullarının insan ısı algısı üzerindeki etkilerini saha çalışmaları ile inceleyen ve bu bağlamda dış mekânlar için Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (PET) indeksine dayalı bir ısı konfor ölçütü geliştiren çalışmaların özel bir değerlendirmeye tabi tutulması gerektiği ortaya çıkmaktadır.

Bu bağlamda, Matzarakis ve Mayer (1996) tarafından Freiburg, Almanya'da yapılan bir çalışmada, meteorolojik istasyon verileri ve anket görüşmeleri kullanılarak atmosferik çevrenin ısı bileşenlerinin insan sağlığı ve konforu üzerindeki etkileri vurgulanmıştır. Bu çalışma ile, PET indeksi aracılığıyla Batı ve Orta Avrupa'nın ılıman iklim koşullarında, tüm yıl boyunca ısı algı ve fizyolojik stres kategorileri oluşturulmuştur. Bu çerçevede, Öngörülen Ortalama Oy (PMV) indeksine karşılık gelen her bir PET değeri hesaplanarak, sıcak veya soğuk stresinin hissedilmediği ve ısı konforu sağlandığı (-0.5) ile (+0.5) arasındaki ısı duyumu (TSV) aralığına karşılık gelen nötr PET aralığı 18-23°C olarak belirlenmiştir.

Subtropikal iklime sahip Sidney, Avustralya'da yapılan bir çalışmada (Spagnolo ve de Dear, 2003), açık ve yarı açık alanlarda insan ısı konforunun ölçülmesi ve dış mekân ısı konfor araçlarının geliştirilmesi amacıyla Temmuz 1998 ile Ağustos 2000 arasında eş zamanlı anketler ve mikro meteorolojik ölçümler gerçekleştirilmiştir. Bu araştırma, farklı yüzey türlerinden oluşan çeşitli lokasyonlarda yapılmıştır. Sonuçlar, Sidney'in nötr sıcaklık değerini tüm yıl için 24.0°C PET olarak belirlemiş, yaz ve kış mevsimleri için ise sırasıyla 22.9°C PET ve 28.8°C PET olarak saptanmıştır. Tercih edilen PET değerleri ise tüm yıl için 25.0°C, yaz için 23.4°C ve kış için 30.9°C olarak hesaplanmıştır. Çalışmada, serin mevsime ait değerlerin daha yüksek olmasının, insanların soğuk ortamlarda ısınmaya yönelik olumlu tepki verdiği alliesthesia (psikolojik mekânizma) kavramıyla açıklandığı belirtilmiştir. Ayrıca, çalışma, iklimlendirme gibi kişisel ve fizyolojik faktörlerin de dikkate alınması gerektiğini ve ısı indekslerinin her bölge ve iklim için yerel öznel verilerle kalibre edilmesinin önemini vurgulamıştır. Özellikle beklentiler, bilişsel ve algısal alliesthesia gibi psikolojik etmenlerin, dış mekân ısı konfor algısını önemli ölçüde etkilediği sonucuna varılmıştır.

Lin ve Matzarakis (2008), Tayvan'ın popüler turistik destinasyonlarından biri olan Sun Moon Lake'deki biyoiklim koşullarını inceleyerek turizm talebi üzerindeki etkilerini değerlendirmiştir. Araştırmada, temel meteorolojik parametrelerin analizine ek olarak PET indeksi kullanılarak ısı konfor değerlendirmeleri yapılmış ve sıcak, nemli bir tropikal iklime sahip olan Tayvan'a özel yeni ısı konfor aralıkları ve PET sınıfları tanımlanmıştır. Bu çalışmada, 1996-2005 yılları arasında her 10 günlük dönem için alınan saatlik meteorolojik veriler ve yaklaşık 1644 Tayvan sakiniyle yapılan görüşmeler temel alınmıştır. Analizler sonucunda, ısı konfor sıcaklığını ifade eden nötr sıcaklık (TSV = 0),

yıl boyunca ortalama 27.2°C PET olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, görüşmelerden elde edilen ısı tercih ve kabul edilebilirlik verilerine göre optimal ısı konfor aralığı, yani nötr PET aralığı, 26-30°C olarak belirlenmiştir.

Lin (2009) tarafından yapılan bir çalışmada, Tayvan'ın Tayçung kentindeki bir kamusal meydana yaya ısı konforu, ısı adaptasyon ve kamusal alan kullanımına yönelik olarak meteorolojik ölçümler, anketler ve gözlemler yoluyla incelenmiştir. Araştırmada, kullanıcıların kendilerini rahat hissettiği yıllık kabul edilebilir PET aralığı, (-1) ile (+1) TSV arasında olmak üzere 21.3-28.5°C olarak belirlenmiştir. Serin mevsimde nötr ve tercih edilen sıcaklık değerleri sırasıyla 23.7°C PET ve 23°C PET olarak hesaplanırken, sıcak mevsimde bu değerler sırasıyla 25.6°C PET ve 24.5°C PET olmuştur. Araştırma, sıcak mevsimin daha uzun sürdüğü Tayvan'da, meydana ziyaret edenlerin serin mevsime göre sıcak koşullara daha fazla tolerans gösterdiğini ortaya koymuştur. Ancak, ısı indeksi değeri arttıkça ziyaretçi sayısında bir düşüş gözlemlenmiştir. Ayrıca, bireylerin meydana bireysel olarak ziyaret etmeyi tercih ettiklerinde ısı çevreyle ilgili memnuniyet ve toleranslarının daha yüksek olduğu, rahatsız edici ısı koşullara karşı ise benzer davranışsal uyum stratejileri geliştirdikleri saptanmıştır. Ilıman iklim bölgelerinde elde edilen bulgularla karşılaştırıldığında, bu çalışma, Tayvan'da daha geniş bir ısı duyum aralığının geçerli olduğunu, ısı adaptasyonun çeşitliliğini ve önemini, ısı ortamının kamusal alan kullanımını ciddi ölçüde etkilediğini göstermiştir. Özellikle, geçmiş deneyimler, mevsimsel beklentiler ve algılanan kontrol gibi psikolojik faktörlerin, ısı algıyı, dış mekân ısı konforunu ve kamusal alan kullanımını büyük ölçüde şekillendirdiği vurgulanmıştır.

Mahmoud (2011), sıcak ve kurak bir iklime sahip Mısır'ın Kahire kentindeki bir parkta mikro iklim koşullarını ve kullanıcıların ısı konforunu PET indeksi temelinde değerlendirmiştir. 2009 yılının Haziran ve Aralık aylarında gerçekleştirilen bu çalışmada, parkın farklı peyzaj özelliklerine sahip 9 bölgesinde eş zamanlı olarak ısı ortam parametreleri ölçülmüş ve toplamda 300 kişiyle anket görüşmeleri yapılmıştır. Her bölge için elde edilen ısı duyum oyları, memnuniyetsizlik yüzdesini ifade eden PPD değerleriyle, ölçülen ısı ortam parametreleri ve hesaplanan PET değerleriyle ilişkilendirilerek karşılaştırılmıştır. Çalışma, parkın farklı peyzaj bölgelerinin farklı mikro iklim koşulları oluşturduğunu ve bu koşulların kullanıcıların mevsime ve bölgeye bağlı olarak değişen ısı algılarını etkilediğini ortaya koymuştur. Özellikle SVF, rüzgâr hızı ve

yüzey albedosu gibi faktörlerin ısı his ve memnuniyetsizlik üzerinde belirleyici olduğu tespit edilmiştir.

Ayrıca, kullanıcıların mevsimsel ısı ihtiyaçlarına yönelik tasarım önerilerinin sunulduğu çalışmada, sıcak ve soğuk aylar için nötral PET değerleri, ölçüm noktalarından elde edilen nötral sıcaklıkların ortalamaları olarak sırasıyla 27.4°C ve 26.5°C olarak hesaplanmıştır. Batı/Orta Avrupa ve Tayvan'daki bulgularla karşılaştırıldığında, bu çalışmada Kahire'ye özgü farklı bir PET konfor aralığı belirlenmiş ve çoğu peyzaj bölgesinin sıcak aylar için 22-30°C, soğuk aylar için ise 21-29°C PET aralığında ısı konfor sağladığı görülmüştür. Lin'in (2009) çalışmasıyla benzer şekilde, Kahire'de sıcak ayların daha uzun sürmesi nedeniyle ısı duyarlılığın soğuk aylara göre genelde daha düşük olduğu belirlenmiştir. Ancak, bu çalışmada, ısı hassasiyetin bazı bölgelerde sıcak, bazı bölgelerde ise soğuk koşullara karşı daha yüksek olduğu, peyzaj özelliklerinin bu farklılıkta önemli bir rol oynadığı saptanmıştır.

Cohen ve diğerleri (2013), İsrail'in Tel Aviv kentinde 2007-2011 yılları arasında yaz ve kış aylarında gerçekleştirdikleri saha araştırmalarıyla, seçilen kent parkı, kent meydanı ve sokak kanyonlarında hem mikro iklim koşullarındaki zamansal ve mekânsal değişimleri incelemiş hem de PET indeksi temelinde yayaların ısı algı ve konfor koşullarını değerlendirmiştir. Mikro iklim parametrelerinin yerinde ölçümlerle elde edildiği bu çalışmada, öznel ısı algı anketleri de yapılmış ve Avrupa ile Tayvan'da kullanılan ısı algı kategorileri karşılaştırılarak Akdeniz iklimine uygun şekilde yeniden düzenlenmiştir. Bunun sonucunda, yaz mevsimi için nötr sıcaklık 23.9°C PET, kabul edilebilir ısı aralık ise 20-26°C PET; kış mevsimi için nötr sıcaklık 22.7°C PET ve kabul edilebilir ısı aralık 19-25°C PET olarak tanımlanmıştır.

Ayrıca, Lin (2009) ve Mahmoud (2011) tarafından öne sürülen, sıcak iklimlerde yaşayan bireylerin yaz aylarında yüksek sıcaklıklara daha toleranslı olduğu bulgusunun aksine, Tel Aviv'deki daha düşük yaz sıcaklıklarında bile kent parkı dışındaki tüm açık alanlarda sıcak ve soğuk hassasiyetlerinin benzer olduğu saptanmıştır. Ancak, kent parkında kullanıcıların ısı beklentilerinin daha yüksek olması nedeniyle ısı hassasiyetin arttığı ve tolerans seviyesinin belirgin şekilde düştüğü görülmüştür.

Yahia ve Johansson (2013), Suriye'nin sıcak ve kuru iklime sahip başkenti Şam'da gerçekleştirdikleri çalışmada, şehrin kent dokusunu temsil eden modern ve eski yerleşim alanları ile bir kent parkından seçilen 6 farklı lokasyonun ısı koşullarını yaz ve kış aylarında incelemiştir. Araştırma, çeşitli ısı indekslerin insanların gerçek ısı hisleri üzerindeki etkilerini değerlendirmiş ve bu indekslerden bazıları için ısı konfor aralıklarının alt ve üst sınırlarını tanımlamıştır. Çalışma, kapsamlı mikro iklim ölçümleri ve 920 yapılandırılmış anket görüşmesine dayanmaktadır. Sonuç olarak, farklı indeksler arasında anlamlı bir fark bulunmamış, ancak PET için kış mevsiminde alt konfor sınırı 21.0°C, yaz mevsiminde üst sınır ise 31.3°C olarak belirlenmiştir.

Bunun yanı sıra, Şam için yaz mevsimine ait nötr sıcaklık 15.8°C PET, kış mevsimine ait nötr sıcaklık ise 23.4°C PET olarak hesaplanmıştır. Bu durum, yaz aylarında daha yüksek nötr sıcaklıkların gözlemlendiği Tayvan ve Mısır'daki çalışmalarla uyumsuzluk göstermektedir. Çalışma, bu farklılığı Spagnolo ve de Dear (2003) tarafından ortaya atılan, mevsimler arasındaki duyuusal farklılıkları açıklayan alliesthesia kavramıyla ilişkilendirmiştir. Araştırma aynı zamanda, kentsel geometrinin yapı çevredeki mikro iklim koşulları üzerinde güçlü bir etkisi olduğunu ve güneş ışığına erişimin dış ortam ısı koşullarını önemli ölçüde şekillendirdiğini ortaya koymuştur. Ek olarak, kültür ve geleneklerin giyim tercihleri üzerindeki etkisi ile iklimlendirme sistemlerinin fiziksel uyum üzerindeki rolüne de dikkat çekilmiştir.

Krüger ve diğ. (2013), Birleşik Krallık'ın Glasgow şehrindeki yaya bölgelerinde yürüttükleri saha araştırmalarıyla, kentsel alanların kentsel ısı adası etkisi ve ısı konfor üzerindeki rolünü değerlendirmeyi amaçlamış ve Glasgow'a özgü bir dış mekân ısı konfor aralığı tanımlamaya çalışmıştır. Araştırma, şehir içi ve dışındaki meteoroloji istasyonlarından elde edilen hava durumu verilerinin karşılaştırılması ile birlikte, H/W oranı, SVF değeri, sokak yönelimi ve türü gibi faktörlere göre seçilen 6 farklı sokak kanyonunda Mart ve Temmuz 2011 arasında eş zamanlı mikro iklim ölçümleri ve anket görüşmelerini kapsamıştır.

Sonuçlar, kentsel alanın ölçüm döneminde kırsal bölgeye kıyasla daha az süreli bir soğuk stresine maruz kaldığını ve daha geniş bir ısı konfor oranına sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bunun yanı sıra, Glasgow için yıllık PET konfor aralığı, Batı/Orta Avrupa ölçeğinde ılıman iklimler için tanımlanan değerlerden farklı olarak 9-18°C aralığında

hesaplanmıştır. Bu bulgu, Glasgow'un bulunduğu iklim kuşağı içinde dış mekân ısı konforunun yere özgü değişkenlikler gösterdiğini vurgulamaktadır.

İtalya'nın Roma şehrindeki bir üniversite kampüsünde gerçekleştirilen araştırmada (Salata ve arkadaşları, 2016), farklı mikro iklim özelliklerine sahip çeşitli kentsel dokuların bulunduğu açık alanlarda Akdeniz nüfusunun ısı algılarını ve tercihlerini incelemek amacıyla Şubat 2014'ten Ocak 2015'e kadar eş zamanlı meteorolojik ölçümler ve toplamda 1009 anket görüşmesi yapılmıştır. Araştırmadan elde edilen veriler analiz edildiğinde, sıcak mevsim için nötral ve tercih edilen PET değerleri sırasıyla 26.9°C ve 24.8°C, soğuk mevsim için ise 24.9°C ve 22.5°C olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, çalışma sonucunda özgün bir optimal konfor aralığı 21.1-29.2°C PET olarak belirlenmiştir.

Araştırmada, yaz mevsimi için hesaplanan yüksek nötral PET değeri, Lin (2009) ve Mahmoud (2011) çalışmalarına benzer şekilde, Roma'da düşük sıcaklıkların nadiren görülmesi nedeniyle yerel halkın yüksek sıcaklıklara daha fazla tolerans geliştirmesiyle ilişkilendirilmiştir. Bunun yanı sıra, tercih edilen mevsimsel PET değerleri, Roma'da mevsimler arasında belirgin bir ısı adaptasyon olduğunu ortaya koymuştur. Optimal ısı konfor aralığı değerlendirildiğinde ise, Batı/Orta Avrupa ve Tayvan'dan farklı olarak Roma sakinlerinin daha geniş bir ısı algılama aralığına sahip olduğu tespit edilmiştir. Çalışma bulguları, Mahmoud (2011) ile Yahia ve Johansson (2013) tarafından Akdeniz bölgesi için elde edilen sonuçlarla da uyumlu bir tablo çizmiştir.

Tseliou ve diğerleri (2017), Yunanistan'ın Atina şehrinde 2010-2012 yılları arasında gerçekleştirdikleri kapsamlı saha çalışmalarıyla, 3 farklı park ve meydan alanında temel iklimsel parametrelerin ısı rahatsızlık üzerindeki birleşik etkisini incelemiş ve ısı duyumdaki mevsimsel farklılıkları belirlemeye çalışmıştır. Çalışmanın sonuçları, geçmiş deneyimler ve beklentiler doğrultusunda psikolojik adaptasyonun, mevsimler arasında değişkenlik gösteren ısı çevre algısı üzerindeki etkisini ortaya koymuştur. Sidney ve Şam örneklerine benzer şekilde, Atina'da yıl boyunca yüksek sıcaklıkların hâkim olmasına rağmen, sakinlerin yaz aylarında yüksek hava sıcaklıkları, güçlü güneş radyasyonu ve zayıf rüzgâr kombinasyonundan dolayı rahatsızlık duydukları, ancak serin mevsim koşullarından daha fazla memnun oldukları belirlenmiştir.

Araştırmada, insanların kendilerini nötr hissettikleri PET değeri sıcak aylar için 26.5°C, serin aylar için ise 19.4°C olarak hesaplanmış ve bu değerler arasındaki yüksek fark, ısıl duyumda adaptasyonun gerçekleştiğini kanıtlamıştır. Ayrıca, bu bulgular, Tseliou ve Tsiros (2016) tarafından Atina için geliştirilen mevsimsel kabul edilebilir PET aralığı ile uyum göstermektedir; sıcak sezon için 26.0–34.0°C ve serin sezon için 19.0-25.0°C arasında değişen bu aralık, mevcut çalışma ile tutarlı sonuçlar ortaya koymaktadır.

Sharmin ve diğerleri (2019), tropik sıcak-nemli iklime sahip Bangladeş'in yüksek yoğunluklu Dakka şehrinde gerçekleştirdikleri bir çalışmada, kentsel mikro iklim ile dış mekân ısıl konfor koşulları arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Araştırma, yerleşim, ticaret ve eğitim alanlarından oluşan 6 farklı kentsel kanyonda, tipik yaz hava koşullarını yansıtan 2014 sonbaharı ile 2015 yazı arasında yapılan saha çalışmalarıyla yürütülmüştür. Bu süreçte, yayaların öznel tepkilerine paralel olarak mikro iklimsel izleme çalışmaları ve fiziksel saha ölçümleri yapılmıştır.

Sonuçlar, mikro iklim koşullarının H/W ve SVF gibi değişkenlerin farklı konfigürasyonlarından etkilendiğini ve bu parametrelerin ısıl duyum oylarıyla istatistiksel olarak ilişkili olduğunu göstermiştir. Ayrıca, hava sıcaklığı, küre sıcaklığı ve ortalama radyan sıcaklık gibi faktörlerin ısıl duyum üzerinde en önemli parametreler olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada, Dakka'nın tropikal iklimi için her bir ısıl duyum oyuna karşılık gelen kabul edilebilir PET aralıkları belirlenmiş; nötral PET değeri 24.6°C ve nötral PET aralığı 29.5-32.5°C olarak tanımlanmıştır. Bu değerler karşılaştırıldığında, Dakka'nın yaz koşullarındaki nötr konfor sıcaklığının, konfor aralığının alt limit değerinden çok daha düşük olduğu gözlemlenmiştir. Bu durum, insanların dış mekân koşullarında daha geniş bir ısıl aralıkta kendilerini rahat hissedebileceklerini ve kabul edebileceği aralıkların daha yüksek olabileceğini doğrulamaktadır.

Türkiye'de yapılan çalışmalar incelendiğinde, mikro iklim ve dış mekân ısıl konfor koşulları arasındaki dinamik ilişkiyi analiz etmek amacıyla fiziksel saha ölçümleri, anket görüşmeleri ve/veya simülasyon modellerini içeren birçok araştırma bulunmaktadır (Dursun ve Yavaş, 2018; Dursun ve diğ., 2020; Sözen ve Oral, 2019; Toy ve diğ., 2018; Yılmaz ve diğ., 2018; Yılmaz ve diğ., 2021). Ancak, bu çalışmalardan yalnızca Konya ile ilgili yapılan araştırmanın (Canan ve diğ., 2019, 2020) özgün bir ısıl konfor ölçeği belirlediği dikkat çekmektedir.

Canan ve diğ. (2019, 2020), Konya şehrinin soğuk-yarı kurak iklim koşullarını ve dış mekân ısı konforunu analiz etmek amacıyla, Temmuz 2017 ile Mayıs 2018 arasında bir üniversite kampüsünde çeşitli fiziksel kompozisyonlara sahip beş farklı lokasyonda mikro meteorolojik ölçümler ve yapılandırılmış anket görüşmeleri gerçekleştirmişlerdir. Bu lokasyonlar, zemin materyali, gökyüzü açıklık derecesi (SVF), bitki örtüsü ve yapı yoğunluklarına göre seçilmiştir. Çalışmanın bulgularına göre, mevsimlere göre PET konfor aralıkları tanımlanmış ve nötral PET değerleri sırasıyla ilkbahar, yaz, sonbahar ve kış için 23.9°C, 26.8°C, 25.5°C ve 21.9°C olarak hesaplanmıştır. Tercih edilen PET değerleri ise sırasıyla 23.9°C, 19.2°C, 26.9°C ve 30.5°C olarak belirlenmiştir. Bu sonuçlar, ara mevsimlerde nötr ve tercih edilen konfor sıcaklıkları arasındaki farkın minimum seviyede olduğunu ve bu dönemlerde memnuniyet ile toleransın en yüksek olduğu, ayrıca soğuk dönemlerde insanların daha yüksek PET değerlerini, sıcak dönemlerde ise tam tersini tercih etme eğiliminde olduklarını göstermektedir. Çalışma ayrıca, incelenen popülasyonda en yüksek ısı stresin soğuk hissi ile ilgili olduğunu ve ısı açıdan en konforlu mevsimin ilkbahar olduğunu ortaya koymuştur. Konya'nın ısı algı kategorilerine karşılık gelen PET aralıkları, Batı/Orta Avrupa, Tayvan ve İsrail'deki bulgularla benzerlik göstererek yıllık optimal konfor aralığı 17.9-29.7°C PET olarak tanımlanmış ve konfor sıcaklığı 23.8°C PET olarak belirlenmiştir.

Bu bölümde ele alınan çalışmalar incelendiğinde, aynı iklim bölgelerinde bulunan bireylerin kendilerini ısı açıdan konforlu hissettikleri, tercih ettikleri ya da tolere edebildikleri sıcaklık aralıklarının farklılık gösterebildiği anlaşılmaktadır. Bu durum, sadece mikro iklimsel parametreler ölçülerek dış mekân ısı konforunun analiz edilmesinde yetersiz olduğu ve kullanıcının öznel duyularını da bu analiz sırasında dikkate alınması gerektiği görülmektedir.

Ayrıca incelenen çalışmalar dış mekân ısı konforu araştırmalarında, mikro iklim koşullarına ve bireylerin gerçek ısı algıları ile tercihleri hakkında sahada veri toplamanın önemini ortaya koymaktadır ve bu verilere dayalı olarak genelleme yapmadan bölgeye özgü konfor sıcaklıklarının belirlenmesi gerektiğini vurgulamaktadır.

### 3. ALAN ÇALIŞMASI

Bu çalışmada, Balıkesir ili Altıeylül ilçesinde bulunan bir alışveriş merkezinin yarı açık mekânlarında dış mekân ısı konfor şartları, çeşitli mikro iklim koşullar altında nesnel ve öznel veriler üzerinden incelenmiştir. Çalışmada kullanılan temel metodolojik yaklaşım, nesnel ölçümleri öznel anketlerle birleştirmektir. Bu kapsamda, Balıkesir ili Altıeylül ilçesinde bulunan Esas10 Burda alışveriş merkezi çalışma alanı olarak seçilmiştir. Bu alışveriş merkezinin seçilme sebebi ise Balıkesir merkezde yarı açık mekânlara sahip tek alışveriş merkezi olmasıdır.

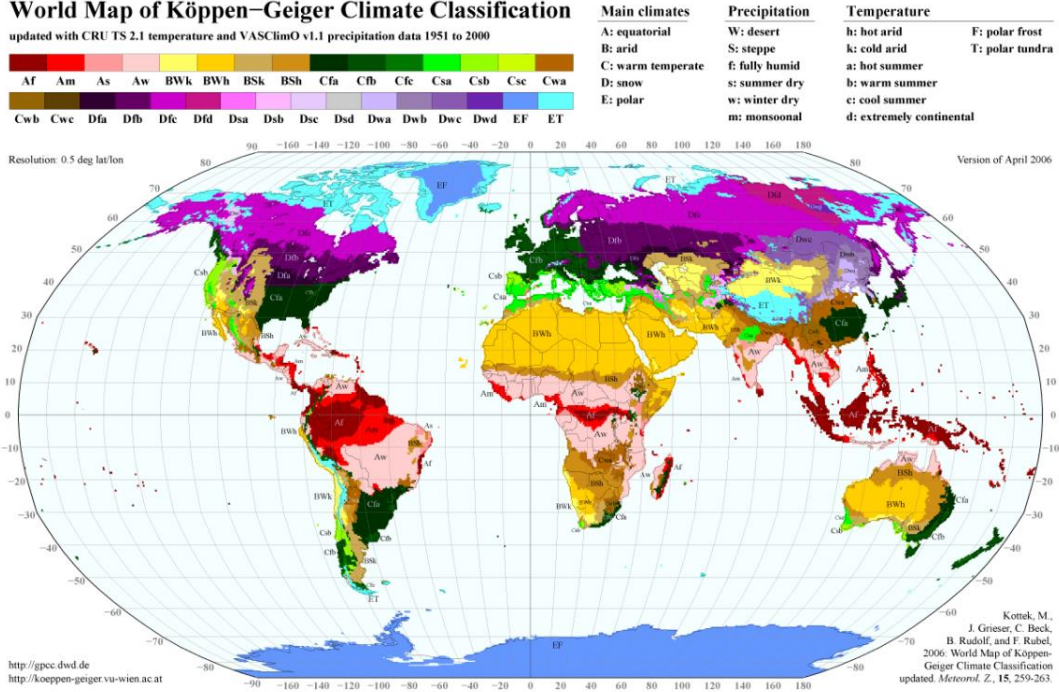
Daha sonra alışveriş merkezi içerisinden kullanıcı yoğunluğunun görece fazla olduğu mikro iklimsel parametrelerin aktif olarak ölçülebileceği bir lokasyon belirlenmiştir. Saha çalışması için okulların kapalı olması ve yaz tatili sürecinde alışveriş merkezinin daha az kullanıcısı olması sebebiyle daha yoğun kullanılan dönemler tercih edilmiştir. Bu nedenlerle, belirlenen lokasyonda, 12– 13 Ekim 2024, 16– 17 Kasım 2024 ve son olarak da 14– 15 Aralık 2024 tarihleri seçilip eş zamanlı olarak mikro iklimsel ölçümler ve yüz yüze anket görüşmeleri yapılmıştır. Ölçüm yapılacak saat aralıkları, kullanıcıların alışveriş merkezini kullanma yoğunluğu ve yarı açık mekânlar için önemli olan güneş faktörü dikkate alınarak 10.00-17.00 arası olarak belirlenmiştir. Ölçümler 10 dakikada bir yapılmıştır

Bu sayede, hava sıcaklığı (Ta), bağıl nem (RH), rüzgâr hızı (WS) ve ortalama radyan sıcaklık (T<sub>mrt</sub>) değerleri kayıt altına alınırken; kullanıcıların kişisel özellikleri ve ısı ortamlarına ilişkin bireysel değerlendirme ve tercih verileri toplanmıştır. Daha sonra, mikro iklimsel parametreler ve fizyolojik veriler RayMan Pro yazılımına girilerek PET değerleri hesaplanmıştır. Bu süreç sonucunda, nesnel ve öznel olmak üzere iki farklı kategoride veri grubu oluşturulmuş ve bu gruplar karşılıklı olarak analiz edilmiştir.

#### 3.1 Çalışma Alanı

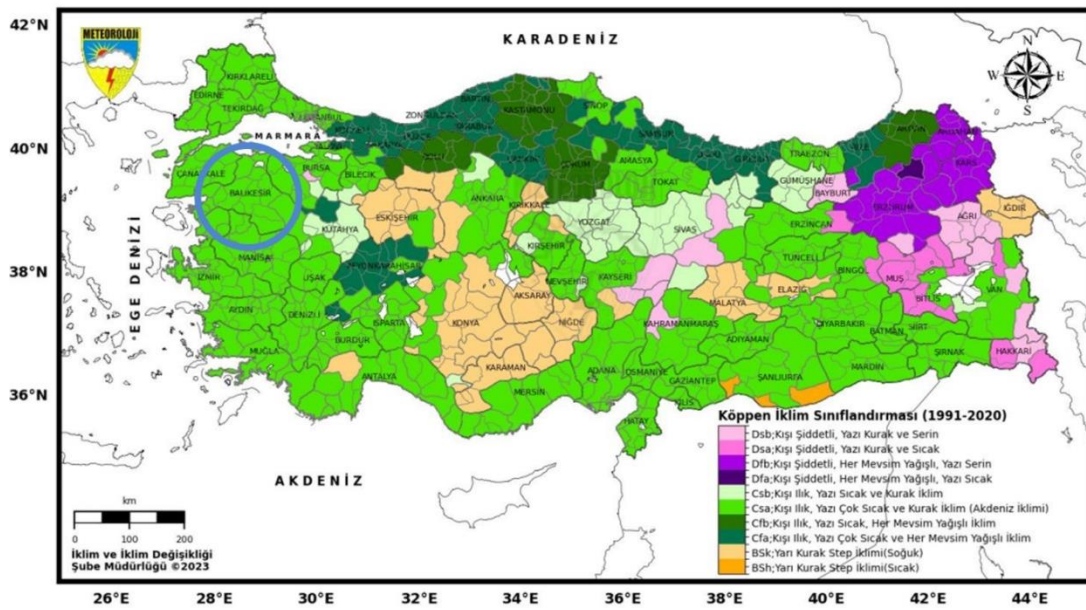
Yüzölçümü 14.299 km<sup>2</sup> olan Balıkesir, kuzeydoğuda Bursa, güneydoğuda Kütahya ve Manisa, güneybatıda İzmir, batıda ise Ege Denizi ve Çanakkale ile komşudur. Coğrafi olarak 39°40' kuzey enlemleri ile 26°28' doğu boylamları arasında yer almaktadır. İl sınırları, hem Marmara Bölgesi'ni hem de Ege Bölgesi'ni kapsayacak şekilde geniş bir alana yayılmıştır. (Url-2).

Geiger'e göre Türkiye'de 13 farklı iklim kuşağı olduğu görülmektedir. Seçilen alışveriş merkezinin bulunduğu Balıkesir İli, Köppen Geiger iklim tiplerine göre çok kuru ve sıcak yaz iklimi (Csa) Bölgesinde, TS 825 Isı Yalıtım Kurallarına göre ise Türkiye'nin 2. derece-gün bölgesinde yer almaktadır (Şekil 3.1).



**Şekil 3.1:** Köppen'e göre iklim sınıflandırmasının dünya haritası (Url-4).

Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre, Balıkesir Csa iklim kuşağı içerisinde yer almaktadır. Bu iklim tipi, yaz mevsiminin oldukça sıcak ve kurak, kış mevsiminin ise ılıman geçtiği Akdeniz iklimine denk gelmektedir (Şekil 3.2).



**Şekil 3.2:** Köppen'e göre iklim sınıflandırmasının Türkiye haritası (Url-4).

Ancak Balıkesir'de genel olarak Akdeniz iklimi hakim olmakla birlikte, bölgenin farklı kesimlerinde Karadeniz ve Karasal iklimin etkileri de yer yer hissedilmektedir. Ege kıyılarında yaz mevsimi sıcak ve kurak, kış mevsimi ise ılıman ve yağışlı bir karakter sergilerken, Marmara kıyılarında Karadeniz ikliminin etkisiyle yazlar daha serin bir şekilde geçmektedir. Kıyı bölgelerinden iç kesimlere doğru ilerledikçe, karasal iklim özellikleri belirginleşmekte ve kış aylarında sıcaklıklar daha düşük hissedilmektedir (Url-3).

1999-2023 yılları arasındaki meteorolojik verilere göre (Tablo 3.1), Balıkesir'de yıllık ortalama hava sıcaklığı 14.8°C olarak hesaplanmıştır. Yıllık ortalama sıcaklık değerleri, en yüksek 21.2°C ve en düşük 8.9°C arasında değişmektedir. En sıcak aylar, ortalama 25.55°C ile Temmuz ve Ağustos olup, bu ayları 22.6°C ortalama ile Haziran takip etmektedir. En soğuk aylar ise, 4.7°C ortalama sıcaklıkla Ocak ve 6.1°C ile Şubat olarak kaydedilmiştir. Maksimum sıcaklık, Temmuz ve Ağustos aylarında 43.2°C'ye ulaşırken, minimum sıcaklık Şubat ve Aralık aylarında -18.8°C olarak ölçülmüştür.

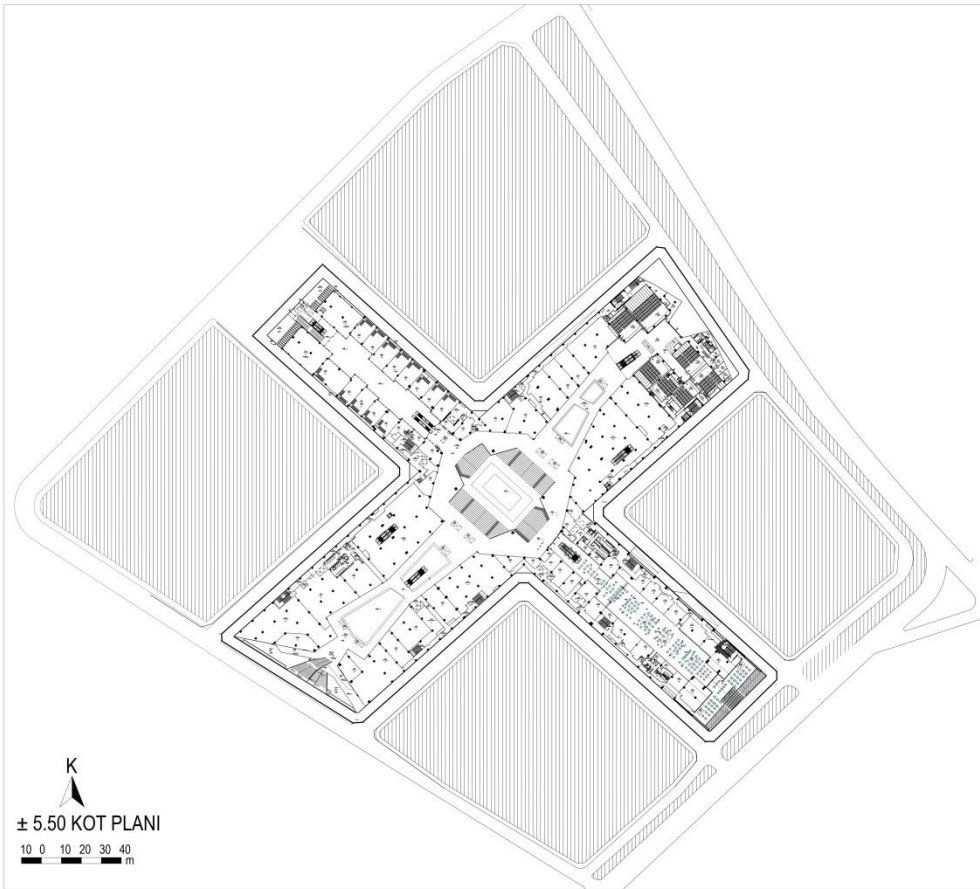
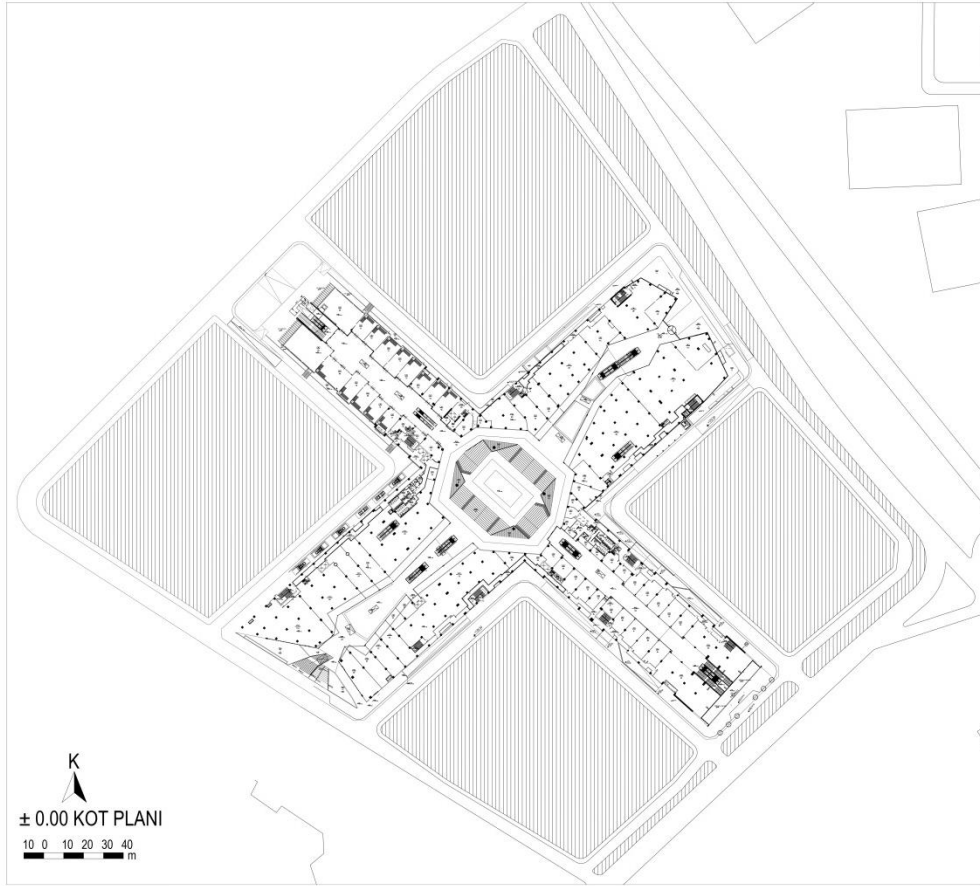
**Tablo 3.1:** Balıkesir şehrinin 1999-2023 yılları arası meteorolojik verileri (Url-5, Url-6).

	OCA	ŞUB	MAR	NİS	MAY	HAZ	TEM	AĞU	EYL	EKİ	KAS	ARA
<b>Ort. Min. Ta</b>	0,9	1,7	3,3	6,3	10,5	15,1	18,0	18,6	14,3	10,0	5,4	2,6
<b>Ort. Maks. Ta</b>	9,2	11,3	15,0	19,8	25,3	29,9	32,5	32,6	28,8	22,8	16,8	10,9
<b>Ort. Ta</b>	4,7	6,1	8,8	12,8	17,8	22,6	25,5	25,6	21,3	16,0	10,4	6,4
<b>Ort. RH</b>	79%	77%	71%	68%	62%	56%	53%	56%	60%	70%	75%	80%
<b>Ort. Yağış Miktarı (mm)</b>	86,3	77,7	64,0	56,7	37,7	34,6	11,6	4,8	28,2	47,9	76,1	78,9
<b>Ort. Min. WS</b>	5	6	5	4	4	4	6	7	5	5	5	6
<b>Ort. Maks. WS</b>	16	17	17	16	16	17	20	20	17	16	15	16
<b>Ort. WS</b>	11	11	11	10	9	10	13	13	11	10	10	10

Bağıl nemin yıllık ortalama değeri %67.25 olup ortalama değer en yüksek %86.3 ile Ocak ayında, en düşük %53 ile Temmuz ayındadır. Ortalama yağış miktarı ise 50.40 mmdir. Ortalama en yüksek ve en düşük yağış miktarları arasında çok fark olup ortalama en yüksek yağış miktarı 86.3 mm ile Ocak ayında, ortalama minimum yağış miktarı 4,8mm ile Ağustos ayındadır ve ortalama yıllık toplam 604.5 mm yağış almaktadır.

Çalışma alanı olarak Balıkesir ili Altıeylül ilçesinde bulunan yarı-açık atrium ve sirkülasyon alanına sahip Esas10 Burda alışveriş merkezi belirlenmiştir. Balıkesir-İzmir yolu üzerinde bulunan şehir hastanesi önünde Gaziosmanpaşa mahallesinde yer almaktadır. Esas10 Burda projesi 126,394 m<sup>2</sup> inşaat alanına sahiptir ve 2017 yılında inşası tamamlanmıştır. Alışveriş merkezindeki mevcut yarı-açık alanlar uzay kafes sistemi ile membran kullanılarak örtülmüştür.

Balıkesir’de tek olması sebebiyle Balıkesir’deki bireylerin oldukça yoğun olarak kullandığı bu alışveriş merkezi, kullanıcıların sadece alışveriş ihtiyacını gidermediği gibi sosyalleştiği, yeme-içme mekânlarının bulunduğu ve kültür-sanat etkinliklerinin gerçekleştirildiği bir alandır. Bunun yanı sıra AVM’nin tam ortasında bir spor alanı ve amfisi yer alır. Çevresinde ise yüksek konut yapıları ve şehir hastanesi yer almaktadır. Şekil 3.3’te Avm’nin planları görülmektedir. Bu alışveriş merkezinin çalışma alanı olarak belirlenmesinin sebepleri ise yarı açık mekânlara sahip olması, mikro iklimsel koşulların ölçülebilir olması ve kullanıcıların yoğun bir biçimde bu mekânları kullanıyor olmasıdır. Yaz ve kış aylarında kapalı mekân soğutma ve ısıtma için fan coil üniteli bir klima sistemi kullanılmaktadır. Merkezi klima sistemi, alışveriş merkezinin açılmasından 1 saat önce ısıtma ve soğutma için çalışmaya başlamaktadır.



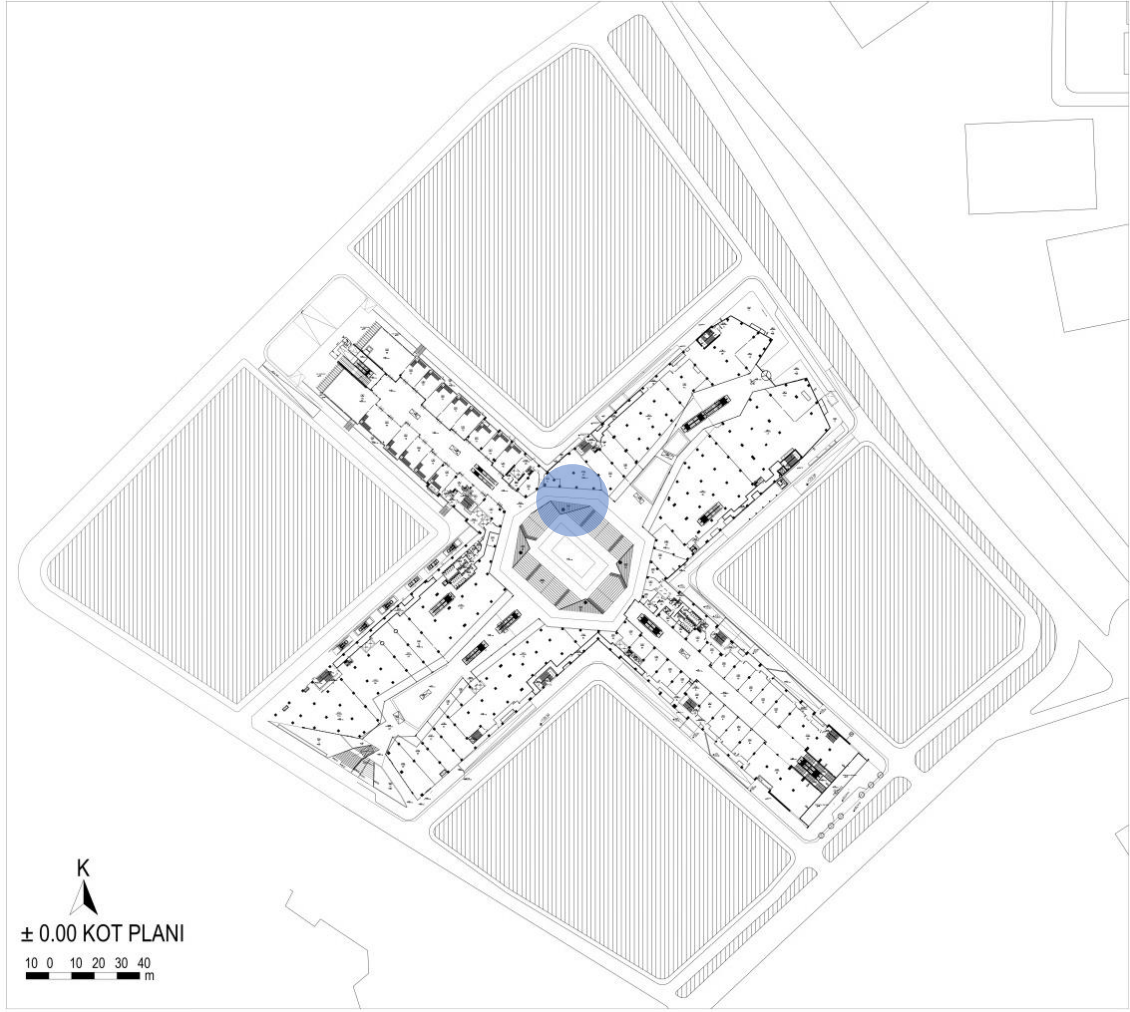
**Şekil 3.3:** Esas10 Burda AVM kat planları.

### **3.2 Saha Çalışması Öncesi Hazırlık**

Bu çalışma, saha çalışmalarına yönelik birkaç farklı hazırlık aşamasını içermektedir. Hazırlık aşamaları, çalışma alanı içerisinde mikro iklim parametrelerinin ölçümü için kullanılacak cihazın yerleştirileceği uygun konumun ve kullanıcıların yoğun olarak bulunduğu alanın belirlenmesi, dış mekân ısı konforuna uygun bir ısı indeksi seçimi ve saha çalışmalarının gerçekleştirileceği ay, gün ve saat aralıklarının planlanmasını kapsamaktadır.

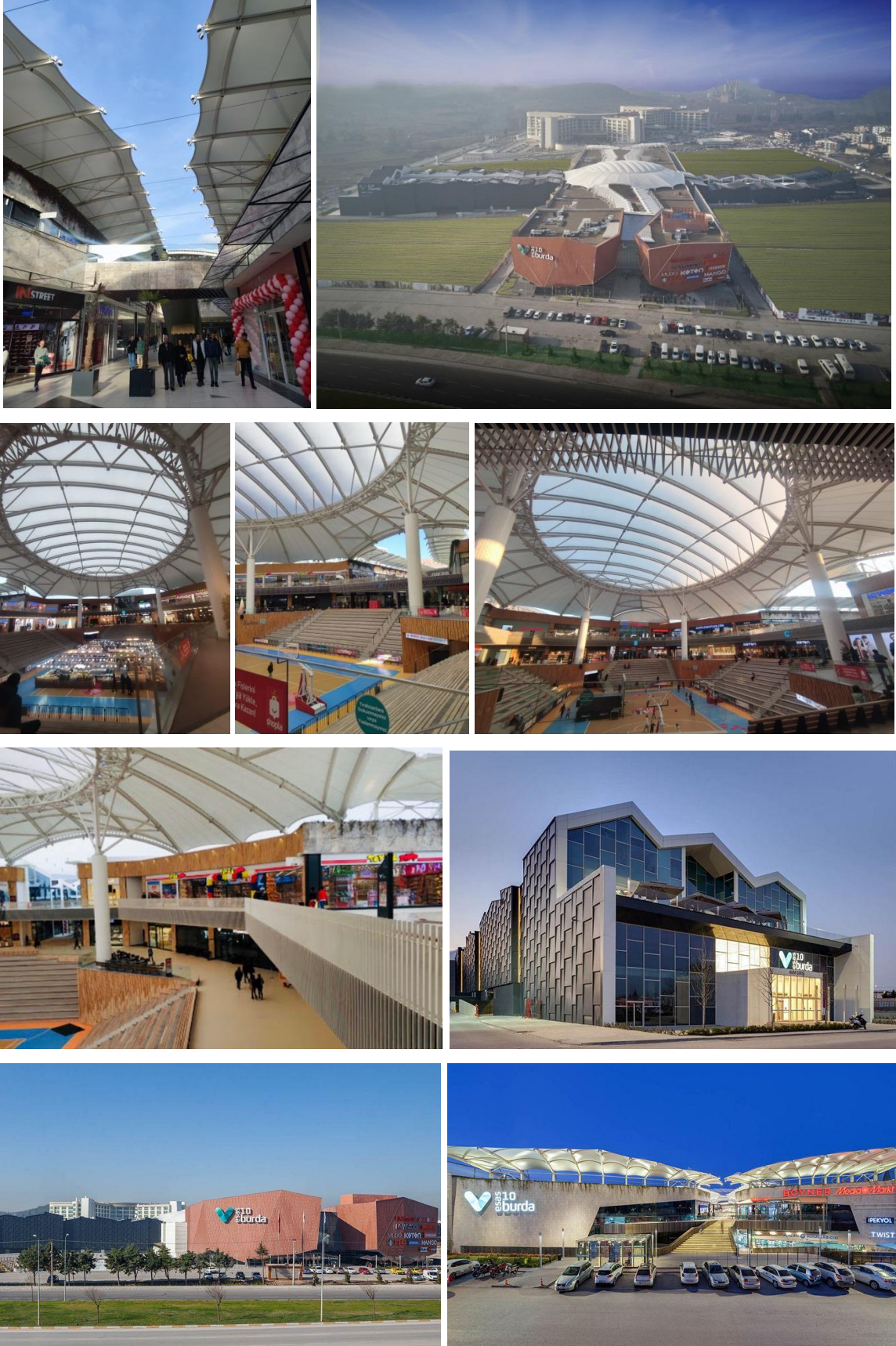
#### **3.2.1 Ölçüm ve Anket için Lokasyon Tespiti**

Çalışma alanındaki mikro iklim koşullarının ve dış mekân ısı konfor düzeylerinin değerlendirilebilmesi amacıyla alan içerisinden gün içindeki kullanım yoğunluğu dikkate alınarak ölçüm ve anket uygulanacak yer belirlenmiştir (Şekil 3.4). Lokasyonun seçiminde hava sıcaklığı ( $T_a$ ), bağıl nem (RH), rüzgâr hızı (WS) ve ortalama radyan sıcaklık ( $T_{mrt}$ ) gibi mikro iklimsel parametrelerin ölçülebileceği yarı açık mekânlar dikkate alınmıştır.



**Şekil 3.4:** : Esas10 Burda Avm ölçüm ve anket uygulama noktası

Lokasyon belirlenirken farklı aktive düzeylerinin gerçekleştiği kesişim noktası olmasına özellikle dikkat edilmiştir. Dolayısıyla farklı metabolizma değerlerine karşılık gelen kısa süreli oturma eyleminin yapılabilceği amfi, ayakta durma eylemini yapıp etrafı izleyebilecekleri saha, yürüme eyleminin yapılabileceği sirkülasyon alanı ve yeme içmenin yapılabilceği kafeler belirlenen lokasyonun ertafında yer almaktadır (Şekil 3.5). Bu kullanıcılar atriumda kesiştikleri için ölçüm ve anket noktası olarak belirlenmiştir.



Şekil 3.5: Esas10 Burda Avm'den genel görünüm

### 3.2.2 Dış Isıl Konfor Değerlendirmesi İçin İndeks Seçimi

İç mekânların ısı ortamı değerlendirmek amacıyla pek çok yöntem geliştirilmiştir, fakat bu yöntemler açık mekânlardaki ısı konforun kapsamlı bir şekilde tanımlanmak için yeterli bulunmamaktadır. Açık mekânlardaki ısı ortamı ve bu ortamın insan vücudu üzerindeki etkilerinin doğru şekilde analiz edilebilmek için PET, WBGT, UTCI gibi çeşitli ısı konfor indeksleri geliştirilmiştir. (Parsons, 2014)

Literatürde yaklaşık 165'ten fazla farklı indeksin (Kumar, 2020) geliştirilmiş olmasına rağmen, bunlar arasında dört tanesi öne çıkmaktadır: PET (Zang ve diğ. 2023) UTCI (Mahdavinejad ve diğ. 2024), Tahmini Ortalama Oy (PMV) (Tan ve diğ. 2024) ve Standart Etkili Sıcaklık\* (SET\*) (Su ve diğ: 2024). Bu ölçümler arasında PET, literatürde geniş bir kabul görerek dikkat çekmiştir. PMV ve UTCI ise farklı iklim bölgelerinde uygulanabilirliğiyle ön plana çıkmaktadır (Kumar, 2020). Özellikle UTCI, aşırı iklim koşullarına uygun şekilde tasarlanmış en güncel endeks olarak tanımlanmaktadır (Brimicombe, 2023). Tablo 3.2'de sık kullanılan dış mekân ısı konfor indeksleri için genel bilgi tablosu oluşturulmuştur.

**Tablo 3.2:** Dış mekân ısı konfor indekslerinin karşılaştırılması.

	<b>WGBT</b>	<b>PMV</b>	<b>PET</b>	<b>UTCI</b>	<b>OUT-SET</b>
<b>Fiziksel Değişkenler</b>	Ta, Tmrt, RH, WS	Ta, Tmrt, RH, WS	Ta, Tmrt, RH, WS	Ta, Tmrt, RH, WS	Ta, Tmrt, RH, WS
<b>Kişisel Değişkenler</b>	Icl, M	Icl, M	Ayakta durma, hareketsiz aktivite, Icl, M	Yürüme Hızı(M=W/m 2,) M, Icl	Icl, M
<b>Simülasyon</b>	-	ENVI-met, RayMan	ENVI-met, RayMan, PALM-4U	ENVI-met, RayMan, PALM-4U, UMEP	RayMan, Ladybug, HoneyBee, DragonFly, Butterfly (Grasshopper)
<b>Olumlu Yönler</b>	Ta, Tmrt, RH, WS gibi değişkenleri de dikkate almaktadır.	Ta, Tmrt, RH, WS, Icl, M dikkate alır. Kullanımı basittir.	(°C) cinsinden ölçülür. Kullanıcılar tarafından anlaşılırdır. Cilt sıcaklığını ve nemini tahmin edilebilir.	Değişken radyan sıcaklık ve rüzgâr hızına karşı çok hassastır.	Cilt sıcaklığını ve nemini, radyan sıcaklığı dikkate alır. Kullanımı kolaydır.
<b>Olumsuz Yönler</b>	Sıcak iklimlerde ısı stresini fazla tahmin eder. Soğuk iklimler için uygun bir indeks değildir.	Cilt sıcaklığı ve ter oranı sadece aktivite düzeyi ile belirlenir. İç mekânlar için tercih edilir	Hava nemi ve giysi yalıtımının etkisinin zayıflığı	Bazı aşırı ısı koşulları için kısıtlı uygulamalar Rüzgâr hızı ve diğer parametreler için sınırlı uygulama	SET'in radyan ısı değişimindeki sınırlı performansı
<b>Standartlar</b>	ISO7243	ISO7730	VDI KLAVUZU 3787	-	-

UTCI (Evrensel Isıl İklim İndeksi), eşdeğer bir sıcaklıktır (°C), ısı ortama karşı insan fizyolojik tepkisinin bir ölçüsünü ifade eder. UTCI'nin hesaplanması için gerekli olan girdiler arasında meteorolojik ve meteorolojik olmayan (metabolik oran ve giysi ısı

direnci) veriler bulunmaktadır (Farajzadeh ve ark., 2016). Bu parametreler arasında kuru termometre sıcaklığı, ortalama radyan sıcaklık, su buharı basıncı veya bağıl nem ve rüzgâr hızı yer alır. UTCI'yi hesaplamak için rüzgâr hızının 0.5 ile 17 m/s arasında olması gerekmektedir (Froehlich ve Matzarakis, 2015). Bu bağlamda çalışmada ölçülen rüzgâr hızı değerleri sonucunda UTCI indeksinin bu çalışma için uygun olmadığı tespit edilmiştir.

WGBT (Yaş Termometre Küre Sıcaklığı) deneysel bir indeks olup, hesaplamalar için, güneş yükü alan dış ortamlar ve güneş yükü almayan iç ve dış ortamlar iki farklı denklem kullanılan indekstir (Yaglou ve Minard, 1957). Ancak indeks hesaplamalarında kullanılabilecek bir yazılım aracı bulunmamakla beraber ölçüm skalası oldukça dardır. Bu yüzden bu çalışma için WGBT indeksi seçilmemiştir.

PMV (Tahmini Ortalama Oy), Fanger'ın ısı dengesi modeline dayanan bir modeldir ve ısı ortamdan memnun olmayan insan sayısını tanımlayan Predicted Percentage of Dissatisfied (PPD) indeksi ile beraber hesaplamaları yapılır (Fanger, 1970). Genellikle iç mekân ısı konfor hesaplamalarında kullanılan PMV dış mekân radyasyon faktörü konusunda zayıf kalmaktadır (Jendritzky & Nübler, 1981) ve yüksek rüzgârlar altında PMV indeksi sınırlıdır.

SET\* (Standart Etkili Sıcaklık) iç mekân ortamlarında kullanılan SET indeksinin bir dış ortamlar için uyarlamasıdır. Bu indeks rüzgâr hızının 1,5 (m/s)'den düşük olduğu, hava sıcaklığının ortalama radyan sıcaklığa eşit olduğu, %50 bağıl nemdeki bir ortamın eşdeğer hava sıcaklığı olarak tanımlanır ve kabul görmüş herhangi bir standartı yoktur.

PMV-PPD veya SET gibi insan enerji dengesine dayalı indeksler, fiziksel ve termo-fizyolojik temelleri güçlü olmasına rağmen, insan faktörünün etkisiyle önemli yorumlama zorluklarıyla karşılaşmaktadır (Tseliou ve diğ., 2010). Bu durum, dış mekânlardaki ısı konfor analizlerinin, iç mekânlardakine kıyasla daha öznel olmasına neden olmaktadır (Höppe, 2002).

PET, tipik bir iç mekân referans ikliminde insan vücudunun ısı dengesinin, karmaşık dış mekân koşulları altında aynı çekirdek ve cilt sıcaklıkları ile terleme oranını sağlayan hava sıcaklığına eşdeğer sıcaklık (°C) olarak tanımlanır. PET referans değerleri, “ $T_a = T_{mrt}$ , rüzgâr hızı = 0.1 m/s, su buharı basıncı = 12 hPa (örneğin,  $T_a = 20^\circ\text{C}$  olduğunda yaklaşık

%50 bağıl nem), bazal metabolizmaya ek olarak 80 W (hafif ve hareketsiz aktivite) kas metabolizması, 0.9 clo giysi yalıtımı” varsayımlarına dayanır (Mayer ve Höppe, 1987; Höppe, 1999).

Bu bağlamda, PET indeksinde insan vücudunun enerji dengesini etkileyen iklimsel faktörler (hava sıcaklığı, bağıl nem, rüzgâr hızı, kısa ve uzun dalga radyasyon akıları) ve bireysel özellikler (vücudun iç ısı üretimi ve kıyafetlerin ısı transfer direnci) bir arada değerlendirilir (Matzarakis ve diğerleri, 1999).

Bu araştırmada, yarı açık alanlardaki ısı konfor koşullarını tanımlamak ve değerlendirmek amacıyla, insan vücudunun enerji dengesine dayalı olarak geliştirilen çeşitli ısı indeksleri arasında Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (PET) indeksi sunduğu çeşitli avantajlar nedeniyle tercih edilmiştir. Bu avantajlar şu şekilde özetlenebilir:

**İklimsel parametreler ile kişisel parametrelerin beraber değerlendirilmesi:** PET, dış ortamdaki iklimsel parametrelerin insan vücudunun ısı durumu ve ısı düzenleme mekanizması üzerindeki bütünlük etkisini fizyolojik açıdan anlamlı bir biçimde değerlendirir (Höppe, 1999; Matzarakis ve diğerleri, 1999). Ayrıca, bireylerin maruz kaldığı ısı ve ısıdan kaynaklı risklere odaklanma imkanı sağlar (Amengual ve diğerleri, 2014).

**Kentsel alanlara uygunluk:** PET, karmaşık gölge desenleri bulunan çeşitli kentsel alanların ısı ortamlarını doğru şekilde tahmin edebilir (Gulyás ve diğerleri, 2006; Matzarakis ve diğerleri, 2007; Thorsson ve diğerleri, 2007). Farklı iklim bölgelerinde yürütülen saha çalışmaları ve anketler, PET değerlerinin diğer evrensel indekslere kıyasla daha güvenilir olduğunu göstermektedir (Becker ve diğerleri, 2003; Nikolopoulou ve diğerleri, 2001; Shashua-Bar ve diğerleri, 2012; aktaran: Cohen ve diğerleri, 2013).

**Mevcut bir standartının olması:** Alman Mühendisler Birliği'nin (VDI) 3787 numaralı kılavuzu, PET indeksini kentsel ve bölgesel planlamada insan biyo-meteorolojik değerlendirmesi için resmi bir araç olarak kabul etmektedir (VDI, 1998).

**Geniş kapsamlı kullanım:** PET, yıl boyunca ve farklı iklim bölgelerinde kullanılmaya uygun olup, dış mekân ısı koşullarının ve yayaların ısı algılarının değerlendirilmesinde en

yaygın tercih edilen indekslerden biridir (Höppe, 1999; Johansson ve diğerleri, 2014).

**Anlaşılır ölçü birimi:** PET, °C cinsinden ifade edildiği için, şehir plancıları, kentsel tasarımcılar, peyzaj mimarları ve karar alıcılar gibi terminolojiye aşina olmayan kullanıcılar için bile anlaşılırdır. Ayrıca, diğer parametrelerle kıyaslama imkanı sunar (Lin ve Matzarakis, 2008; Mahmoud, 2011).

**Kolay Hesaplanabilirlik:** PET, RayMan ve ENVI-met gibi mevcut yazılım paketleriyle kolayca hesaplanabilmektedir (Bruse ve Fleer, 1998; Matzarakis ve diğerleri, 2007, 2010). Yukarıdaki özellikler, PET indeksini, açık alanların ısı konfor değerlendirmesinde yaygın kullanılan bir araç haline getirmektedir.

Bu çalışmada, bir grup bireyin ısı algıları ve tepkilerinin ölçülmesi amacıyla, PET değerine göre Matzarakis ve Mayer'in (1996) geliştirdiği -4 (çok soğuk) ile +4 (çok sıcak) arasında değişen 9 puanlık duyum ölçeği temel alınmıştır (Tablo 3.3). Bu yaklaşım sayesinde, elde edilen sonuçlar aynı ya da benzer iklim tiplerine sahip şehirlerde yapılan diğer çalışmaların bulgularıyla karşılaştırılabilir hale gelmiştir.

**Tablo 3.3:** Fizyolojik stres kategorileriyle ilişkili ısı duyumu oyları (TSV) için farklı dış mekân ısı indeks ölçekleri (Potchter ve diğ., 2022).

TSV	PMV	PT	PET	OUT_SET	WBGT	UTCI	
ASHRAE Standard-55, 2010	Rohles ve Nevis, 1971	Fanger, 1972	Jendritzky ve Tinz, 2009	Matzarakis ve Mayer, 1996	McIntyre, 1980	Zare ve diğ., 2019	Brode ve diğ., 2012
-	9 (+4)	-	Aşırı ısı yükü	Çok sıcak	Çok sıcak, çok rahatsız	-	Aşırı ısı stresi
+3	8 (+3)	Sıcak	Güçlü ısı yükü	Sıcak	Sıcak, çok kabul edilemez	-	Çok güçlü ısı stresi
+2	7 (+2)	Ilık	Orta ısı yükü	Ilık	Ilık, rahatsız	-	Güçlü ısı stresi
+1	6 (+1)	Biraz ılık	Hafif ısı yükü	Biraz ılık	Biraz ılık, biraz kabul edilemez	-	Orta ısı stresi
0	5 (0)	Nötr	Isıl stres yok	Nötr	Konforlu, kabul edilebilir	Tehlikeli değil	Isıl stres yok
-1	4 (-1)	Biraz serin	Biraz serin	Biraz serin	Biraz serin, biraz kabul edilemez	Dikkat	Biraz soğuk stresi
-2	3 (-2)	Serin	Serin	Serin	Serin, kabul edilemez	Aşırı dikkat	Orta soğuk stresi
-3	2 (-3)	Soğuk	Soğuk	Soğuk	Soğuk, çok kabul edilemez	Tehlike	Güçlü soğuk stresi
-	1 (-4)	-	Çok soğuk	Çok soğuk	-	Aşırı tehlike	Çok güçlü soğuk stresi
-	-	-	-	-	-	-	Aşırı soğuk stresi

### 3.2.3 Ölçüm ve Anketler

Yıl boyunca değişen dönemsel kullanım sıklıkları ve değişken iklimsel veriler göz önünde bulundurularak, yarı açık mekânlardaki dış ortam mikro iklim özellikleri ve ısı konfor koşullarının analiz edilebilmesi için Balıkesir merkez için ortalama iklim parametreleri incelenmiştir. Bu incelenme sonucunda iklim parametrelerinin yıl içerisinde ortalamaya en yakın değerlerde olan Ekim Kasım Aralık ayı seçilmiş ve bu çalışmanın sonbahar mevsimi gündüz saatlerinde gerçekleştirilmesine karar verilmiştir.

Balıkesir merkez bölgesindeki günlük iklim verilerinin analizi ve kullanıcı yoğunluğunun değerlendirilmesi sonucunda, iklim verilerinin ortalamaya yakın ve kullanıcı yoğunluğunun görece fazla olduğu üç farklı ay; 12-13 Ekim 2024, 16-17 Kasım 2024 ve 14-15 Aralık 2024 tarihleri çalışma aralığı olarak belirlenmiştir. Saatlik iklim verileri ile

gündüz saatlerinde değişen sıcaklıklar göz önünde bulundurularak, saha çalışmasının 10:00-17:00 saatleri arasında yürütülmesine karar verilmiştir. Ölçümler her 10 dakikada bir alınmıştır. Bu yöntemle, ısıl koşulların gün içerisindeki değişiminin daha iyi temsil edilmesi sağlanmış ve elde edilen verilerin daha kolay yorumlanıp karşılaştırılabilir hale getirilmesi amaçlanmıştır. Ölçüm periyodu ve günlük hava durumu Tablo 3.4 'de özetlenmiştir. (URL-7)

**Tablo 3.4:** Ölçüm periyotları ve hava koşulları

TARİH	HAVA DURUMU	SICAKLIK (°C)	ORT. BAğIL NEM (%)	ORT. RÜZGÂR HIZI (W/ms)
12 Ekim 2024	Güneşli	23-30 °C	91,00	8,84
13 Ekim 2024	Hafif Bulutlu	19-23 °C	87,28	9,20
16 Kasım 2024	Hafif Yağmurlu	9-12 °C	92,37	5,16
17 Kasım 2024	Yağmurlu	9-13 °C	87,94	7,17
14 Aralık 2024	Yağmurlu	5-9 °C	91,92	6,70
15 Aralık 2024	Bulutlu	6-12 °C	85,75	7,80

### 3.3 Mikro İklimsel Ölçümler

Belirlenen lokasyonda hava sıcaklığı (Ta), bağıl nem (RH), rüzgâr hızı (WS) ve ortalama radyan sıcaklık (Tmrt) parametreleri, TESTO 480 Taşınabilir Çok Fonksiyonlu Ölçüm Cihazı kullanılarak ölçülmüştür. Bu cihaz ısıl konfor seviyesi ölçümlerini yapabilmekte ve dijital probrarı ile sıcaklık, nem, basınç, ortalma radyan sıcaklık, rüzgâr hızı ve CO2 parametrelerini kaydedebilmektedir. Bunun yanında iç mekân ısıl konforu değerlendirmek için kullanılan PMV ve PPD değerlerini otomatik olarak hesaplayabilmektedir (şekil 3.6) (Url-8)




Ölçümler, her üç belirlenen dönemde aynı lokasyondan ve sabit bir noktadan alınmış olup, 10 dakikalık aralıklarla kaydedilmiştir. Ölçüm cihazlarının yerden yüksekliği, ISO 7726 Standardı (1998) esas alınarak, insan vücudunun ağırlık merkezine yakın bir konumda olacak şekilde tripod üzerinde 1 metre olarak ayarlanmıştır.



**Şekil 3.6:** Testo 480 Isıl Konfor Ölçüm Cihazı

Sensörlerin uyum sağlaması için ölçümden önce cihaz açık şekilde 20 dakika beklenmiş ve 10 dakikada bir anlık ölçüm alacak şekilde ayarlanmıştır (Url-8). Tablo 3.5 'de fiziksel çevre parametrelerini ölçmek için kullanılan araçların geçerli aralıkları ve doğrulukları listelenmiştir. Ölçümler yapılmadan önce aletlerin kalibrasyonu kontrol edilmiştir.

**Tablo 3.5:** Saha araştırmasında kullanılan araçlar

Parametreler	Cihaz	Ölçüm Aralığı	Doğruluk Oranları	Fotoğraflar
Hava Sıcaklığı (Ta) CO2 oranı Bağıl Nem (RH)	IAQ probe (Testo 480)	0 to +50 °C 0 to 100 %RH 0 to +10000 ppm CO <sub>2</sub> +700 to +1100 hPa	±0.5 °C ±(1.8 %RH +0.7% of m.v.) ±(75 ppm CO 2+3 % of m.v.) 0 to +5000 ppm CO <sub>2</sub> ±(150 ppm CO <sub>2</sub> +5 % of m.v.) 5001 to +10000 ppm CO <sub>2</sub> ±3 hPa	
Hava Hızı (W)	Turbulence probe (Testo 480)	0 to +50 °C 0 to +5 m/s +700 to +1100 hPa	±0.5 °C ±(0.03 m/s +4% of m.v.) ±3 hPa	
Küre Termometre (Tmrt)	Black-ball termometer (Testo 480)	0 to +120 °C	Class 1	

### 3.4 Anket Görüşmeleri

Mikro iklim parametrelerinin ölçülmesine ek olarak, eş zamanlı anket uygulanmıştır. Araştırmacı, anketin amacını açıklamış ve katılımcıların anketi doldururken cevaplarını etkileyecek kelimeler kullanmaktan kaçınmıştır. Anket, Standart 55'in Isıl Ortam Anketi (referans: :ANSI/ASHRAE/IES Standard 55-2020. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air Conditioning Engineers, Ventilation. 2020.) referans alınarak hazırlanmıştır (Ek A). Dış mekân ısı konfor anketleri seçilen lokasyonda gerçekleştirilen ölçümlerle eş zamanlı olarak uygulanmıştır. Toplamda 981 anket görüşmesi yapılmıştır. Ankete katılan kişiler rastgele seçilmiş olup ölçüm yapılan lokasyon ve çevresinde olmasına özen gösterilmiştir. Bu anket toplamda 11 sorudan oluşmaktadır. İlk bölümde, katılımcıların demografik bilgileri (cinsiyet, boy, kilo, yaş), ne kadar süredir dış mekânda oldukları, son bir saat içerisindeki fiziksel aktiviteleri ve giydikleri kıyafetlere ilişkin bilgiler alınmıştır. İkinci bölümde ise, katılımcıların anlık ısı duyumları, mevcut ısı koşulları kabul etme seviyeleri, ısı tercihleri, iklimsel parametrelerin (hava sıcaklığı, rüzgâr hızı, bağıl nem vb.) her biri için tercih ettikleri seviyeler ve genel konfor durumları gibi öznel değerlendirmeler sorulmuştur. Katılımcılar, öncelikle Fanger'in 7 noktalı Isıl Duyum Oyu (TSV) ölçeğini kullanarak buldukları ısı ortamı nasıl algıladıklarını derecelendirmişlerdir. Bu ölçek, "Soğuk (-3)", "Serin (-2)", "Biraz Serin (-1)", "Nötr (0)", "Biraz Ilık (+1)", "Ilık (+2)" ve "Sıcak (+3)" olmak üzere ısı algılama düzeylerini içermektedir. ASHRAE Standard-55 (2010) tarafından benimsenmiş olan bu yöntem, birçok benzer çalışmada da yaygın şekilde kullanılmaktadır (Lin ve Matzarakis, 2008; Johansson ve Yahia, 2011; Kántor ve diğerleri, 2012; aktaran: Cohen ve diğerleri, 2013). Ardından, katılımcılar maruz kaldıkları ısı koşulları için genel konfor durumlarının (OCV) değerlendirmek için, "Konforsuz (-2)", "Biraz Konforsuz (-1)", "Nötr (0)", "Biraz Konforlu (+1)" ve "Konforlu (+2)" kategorilerinden oluşan 5 noktalı ölçek kullanarak oylarını belirtmişlerdir.

**Tablo 3.6:** Anket değerlendirme ölçekleri

Değerlendirilen parametreler	Değerlendirme seçenekleri
TSV	- 3 Soğuk; - 2 Serin; - 1 Biraz Serin; 0 Normal; +1 Biraz Ilık; +2 Ilık; + 3, Sıcak
OCV	- 2 Konforsuz; - 1 Biraz Konforsuz; 0 Nötr ; +1 Biraz Konforlu; +2 Konforlu
TPV	- 1 Daha Az; 0 Aynı; +1 Daha Çok
RHPV	- 1 Daha Az; 0 Aynı; +1 Daha Çok
VPV	- 1 Daha Az; 0 Aynı; +1 Daha Çok
SRPV	- 1 Daha Az; 0 Aynı; +1 Daha Çok

Katılımcıların ısı ortama ilişkin tercihleri, McIntyre'nin (1980) geliştirdiği 3 noktalı ölçek +kullanılarak değerlendirilmiştir. Bu ölçek, "Şu an havanın daha soğuk olmasını istiyorum (-1)", "Şu an hava böyle iyi (0)" ve "Şu an havanın daha sıcak olmasını istiyorum (+1)" seçeneklerini içermektedir. Aynı şekilde, katılımcılara tercih ettikleri hava sıcaklığı (TPV), bağıl nem (RHPV), rüzgâr hızı (VPV) ve güneş radyasyonu (SRPV) seviyeleri sorulmuş ve bu parametreler için "Daha yüksek olsun (-1)", "Aynı kalsın (0)" ve "Daha düşük olsun (+1)" seçenekleri üzerinden değerlendirme yapmaları istenmiştir.

### 3.5 Veri İşleme

Bu çalışmada, ankette verilen cevaplar SPSS paket programına girilerek elde edilen sonuçların değerlendirmesi yapılmıştır. İkinci aşama ise, ölçülen hava sıcaklığı (Ta), bağıl nem (RH), rüzgâr hızı (WS) ve ortalama radyan sıcaklık (Tmrt) parametrelerini kullanarak RayMan Pro yazılımında PET indeksinin hesaplanmasını kapsamaktadır.

#### 3.5.1 RayMan Pro Yazılımı

Son yıllarda ısı konfor alanındaki çalışmaların artmasıyla birlikte, meteorolojik ve kişisel değişkenleri bir arada değerlendirerek hesaplama yapabilecek araçlara olan ihtiyaç da giderek önem kazanmıştır. Günümüzde, bilgisayar yazılım tekniklerindeki gelişmeler sayesinde, kullanıcı dostu, bilgisayar tabanlı ısı konfor hesaplama ve tahmin programları geliştirilmiştir. Bu tür programların temelinde, konfor üzerinde etkili faktörlere dayalı matematiksel formüller bulunmaktadır. Bu bağlamda, RayMan yazılımı ısı konfor hesaplamalarında kullanılan araçlardan biridir.

RayMan aracılığıyla hesaplanan ısıl indeksler, çevresel ısıl koşulların insanlar tarafından algılanma biçimini sayısal verilere dönüştürmektedir. Çalışmada, aylık ortalama PET (Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık) değerlerini elde etmek amacıyla RayMan yazılımı kullanılmıştır.

RayMan'da kullanılan temel meteorolojik parametreler; hava sıcaklığı ( $T_a$ , °C), nispi nem (RH, %), rüzgâr hızı ( $V$ , m/s) ve bulut kapallılığı ( $N$ , oktas) değerleridir. Yazılım, bulut kapallılığı verilerini kullanarak global radyasyonu hesaplamaktadır. PET indeksinin hesaplanmasında, insan ısı dengesi denkleminde dayanan  $T_{mrt}$  (ortalama radyan sıcaklık), en güçlü etkiye sahip meteorolojik parametre olarak öne çıkmaktadır. RayMan, farklı zaman ve mekân ölçeklerinde ısıl konfor analizleri için  $T_{mrt}$  hesaplamalarına yönelik bir yöntem sunmaktadır. Bu hesaplamalar için yalnızca temel meteorolojik verilere (hava sıcaklığı, nem oranı ve rüzgâr hızı) ihtiyaç duyulmaktadır (Matzarakis vd., 2007; Matzarakis vd., 2010).

PET indeksinin hesaplanabilmesi için, öncelikle Şekil 3.9'da yer alan ara yüzde, ölçümlerin alındığı lokasyonun enlem, boylam ve yükseklik bilgileri girilmiştir. Rayman modeliyle PET değerleri hesaplanırken yalnızca iklimik veriler değil, aynı zamanda kişisel veriler de dikkate alınmaktadır. Bu hesaplamalar, anket ortalaması sonucu 150 W metabolizma hızına sahip, ısı transfer direnci 0,62 clo olan giysiler giyen, 21 yaşında, 177 cm boyunda ve açık hava koşullarında bulunan bir erkek birey standart alınarak gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.7)

The screenshot shows the RayMan Pro software interface with the following data entered:

Section	Parameter	Value	
Date and time	Date (day.month.year)	10.11.202	
	Day of year	284	
	Local time (h:mm)	10:00	
	Button	Now and today	
Geographic data	Location	Türkei (Istanbul)	
	Add location	Remove location	
	Geogr. longitude (°E)	28°59'	
	Geogr. latitude (°N)	41°2'	
	Altitude (m)	0	
	Timezone (UTC + h)	2.0	
Current data	Air temperature $T_a$ (°C)	26.1	
	Vapour pressure VP (hPa)	18.3	
	Rel. humidity RH (%)	54.1	
	Wind velocity $v$ (m/s)	0.2	
	Cloud cover $N$ (octas)	0.0	
	Mean radiant temp. $T_{mrt}$ (°C)	24.4	
Personal data	Height (m)	1.77	
	Weight (kg)	80.0	
	Age (a)	21	
	Sex	m	
Clothing and activity	Clothing (clo)	0.62	
	Activity (W)	150.0	
	Position	standing	
Auto Standard Clo for mPET		<input checked="" type="checkbox"/>	

Thermal indices:  PMV  PET  SET\*  UTCI  PT  mPET

Şekil 3.7 RayMan yazılımında konum bilgileri ve kişisel parametrelerin girildiği arayüz

Testo 480 ısı konfor ölçüm cihazı ile ölçülen mikro iklim verilerini Excel programında düzenlendikten sonra ortalamaları RayMan Pro programında ikimsel veri bölümüne girilmiştir (Şekil 3.8).

The screenshot shows the RayMan Pro software interface. The 'Date and time' section includes fields for Date (10.110.202), Day of year (284), and Local time (10:00). The 'Geographic data' section includes Location (Türkei (Istanbul)), Geogr. longitude (28°59'), Geogr. latitude (41°2'), Altitude (0), and Timezone (2.0). The 'Current data' section, highlighted with a green box, includes Air temperature Ta (26.1), Vapour pressure VP (18.3), Rel. humidity RH (54.1), Wind velocity v (0.2), Cloud cover N (0.0), Surface temperature Ts, Global radiation G, and Mean radiant temp. Tmrt (24.4). The 'Personal data' section includes Height (1.77), Weight (80.0), Age (21), and Sex (m). The 'Clothing and activity' section includes Clothing (0.62), Activity (150.0), and Position (standing). The 'Thermal indices' section includes checkboxes for PMV, PET, SET\*, UTCI, PT, and mPET.

**Şekil 3.8:** RayMan yazılımında tarih, saat bilgileri ve mikro iklimsel parametrelerin girildiği arayüz

Her saat aralığı için ortalama Ta, RH, v, Tmrt değerleri ile Rayman yazılımı aracılığıyla PET indeksi hesaplanmıştır (Tablo 3.7)

**Tablo 3.7:** RayMan yazılımında PET indeksi veri çıktısı

date	time	A	Ta	RH	v	Tmrt	height	weight	age	sex	cloth	activ.	PET
d.m.yyyy	h:mm	W/m <sup>2</sup>	°C	%	m/s	°C	m	kg	a		clo	W	°C
10.10.2024	10:00	375,4	27,1	49,2	0,2	24,0	1,8	80	21	m	0,62	150	25,4
10.10.2024	10:10	371,4	26,4	48,9	0,3	24,7	1,8	80	21	m	0,62	150	25,0
10.10.2024	10:20	374,7	27,0	48,9	0,2	24,4	1,8	80	21	m	0,62	150	25,5
10.10.2024	10:30	381,2	28,3	45,1	0,2	25,9	1,8	80	21	m	0,62	150	27,0
10.10.2024	10:40	391,2	30,4	37,4	0,1	28,9	1,8	80	21	m	0,62	150	29,8
10.10.2024	10:50	392,3	30,6	37,2	0,1	29,3	1,8	80	21	m	0,62	150	30,1

## 4. BULGULAR VE DEĞERLENDİRMELER

Bu bölümde, Esas10 Burda Avm özelinde gerçekleştirilen ölçüm ve anket çalışmaları aracılığıyla mikro iklim ve ısı konfor koşullarının değerlendirilmesi ile dış ortam ısı konfor ölçeğinin oluşturulmasına yönelik elde edilen nesnel ve öznel verilere ilişkin bulgular sunulmaktadır. İlk olarak, mikro iklimle ilgili bulgular detaylı bir şekilde analiz edilmiş ardından kullanıcı görüşlerine dair elde edilen veriler kapsamlı bir biçimde incelenmiştir. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında, her iki veri de birbiri ile karşılaştırılmış ve yarı açık alanların ısı konfor analizi ve değerlendirmesi gerçekleştirilmiştir. Bölgeye özgün yarı açık mekânlardaki dış mekân ısı konfor aralığı önerilmiştir.

### 4.1 Mikro İklim Verilerinin Değerlendirilmesi

Bu bölümde, mikro iklim ölçüm çalışmaları sonucunda elde edilen sonbahar mevsimine ait gündüz saatlerindeki iklim verileri sunulmaktadır. Öncelikle, dış mekân ısı konfor algısını doğrudan etkileyen hava sıcaklığı, bağıl nem, rüzgâr hızı ve ortalama radyan sıcaklık gibi temel parametrelerin minimum, ortalama ve maksimum değerleri incelenmiştir. Ardından, bu dört ana iklimsel parametrenin ortalama değerlerinin zamansal dağılımları, 10:00-17:00 saatleri arasında saatlik dilimlerde karşılaştırılmıştır. Ayrıca, her bir parametrenin 2024 yılı Ekim, Kasım ve Aralık aylarına ait zamansal değişimleri ayrı ayrı değerlendirilmiştir.

#### 4.1.1 İklimsel Parametrelerin Minimum, Ortalama ve Maksimum Değerleri

Bu çalışmada, ölçüm yoluyla toplam 4 adet iklim parametresi elde edilmiştir. SPSS yazılımı kullanılarak yapılan tanımlayıcı analizle, ölçülen meteorolojik parametrelerin maksimum, minimum ve ortalama değerleri hesaplanmıştır (Tablo 4.1)

**Tablo 4.1:** Ölçülen meteorolojik parametrelerin istatistiksel özeti

	Ta (°C)			RH (%)			WS (m/s)			Tmrt (°C)		
	Ort.	Maks.	Min.	Ort.	Maks.	Min.	Ort.	Maks.	Min.	Ort.	Maks.	Min.
EKİM	28,28	33,80	21,60	48,75	68,2	36,3	0,17	1,36	0,04	26,58	32,5	19,2
KASIM	14,89	16,10	14,40	68,83	73,4	64,5	0,24	0,55	0,08	13,92	15,8	11,5
ARALIK	11,84	19,00	8,30	63,53	83,4	31,5	0,27	1,53	0,05	10,31	13,6	6,1
<b>GENEL</b>	<b>18,34</b>	<b>33,80</b>	<b>8,30</b>	<b>62,15</b>	<b>83,4</b>	<b>31,5</b>	<b>0,25</b>	<b>1,53</b>	<b>0,04</b>	<b>17,01</b>	<b>32,5</b>	<b>6,1</b>

Hava sıcaklığının (Ta) ölçülen dönem boyunca kaydedilen minimum değeri, 8,30°C ile Aralık ayında tespit edilirken, maksimum değeri 33,80°C ile Ekim ayında ölçülmüştür. Minimum ve maksimum değerler arasındaki fark, en düşük seviyesini Kasım ayında 1,7°C olarak, en yüksek seviyesini ise Aralık ayında 10,7°C olarak göstermiştir. Benzer şekilde, ortalama Ta değeri incelendiğinde, en düşük ortalama sıcaklık 11,84°C ile Aralık ayında, en yüksek ortalama sıcaklık ise 28,28°C ile Ekim ayında hesaplanmıştır.

Bağıl nem (RH), çalışma dönemi boyunca minimum %31,5 ve maksimum %83,4 değerlerine Aralık ayında ulaşmıştır. Minimum ve maksimum değerler arasındaki en büyük fark Aralık ayında, en düşük fark ise %8,9 ile Kasım ayında görülmüştür. Ayrıca, en yüksek ortalama bağıl nem değeri %68,83 ile Kasım ayında hesaplanmış olup, bu ayı sırasıyla %63,53 ile Aralık ve %48,75 ile Ekim ayı takip etmektedir.

Rüzgâr hızının (WS) çalışma dönemi içerisindeki maksimum değeri Aralık ayında ölçülen 1,53 m/s olup diğer aylarda neredeyse rüzgârın esmediği anlara rastlanmıştır. Buna rağmen, değerler arasındaki en yüksek fark yine Aralık ayında, en düşük fark ise Kasım ayında yaşanmıştır. En düşük ortalama WS, 0,17 m/s ile Ekim ayında; en yüksek ortalama WS ise 0,27 m/s ile Aralık ayında ölçülmüştür.

Ortalama radyan sıcaklık (Tmrt), çalışma alanı içerisinde minimum 6,1°C ile Aralık ayında, maksimum 32,5°C ile ise Ekim ayında kaydedilmiştir. Minimum ve maksimum değerler arasındaki fark, en düşük seviyesini Kasım ayında 4,3°C ile, en yüksek seviyesini ise Ekim ayında 13,3°C ile yaşamıştır. Ortalama Tmrt'nin en düşük değeri 10,31°C ile Aralık ayında belirlenirken, bu ayı sırasıyla Kasım ayı (13,92°C) ve Ekim ayı (26,58°C) takip etmiştir. En yüksek ortalama Tmrt değeri ise büyük bir farkla Ekim ayında 26,58°C olarak ölçülmüştür.

Ölçüm döneminin geneline bakıldığında ise, ortalama Ta 18,34°C; ortalama RH %62,15; ortalama WS 0,25 m/s; ve ortalama Tmrt 17,01°C olarak ölçülmüştür. Ölçüm yapılan her üç ay için mikro iklim bulguları karşılaştırıldığında, yarı açık alanlarda dış ortam iklim parametreleri ile doğru orantılı biçimde azalıp arttığı görülmektedir. Yarı açık mekânların, üst örtü ve etrafında bulunan yapılar nedeniyle güneş, yağış, sıcaklık ve özellikle rüzgâr gibi dış ortam için kontrolü zor olan değişkenlerden minimum düzeyde etkilendiği söylenebilmektedir.

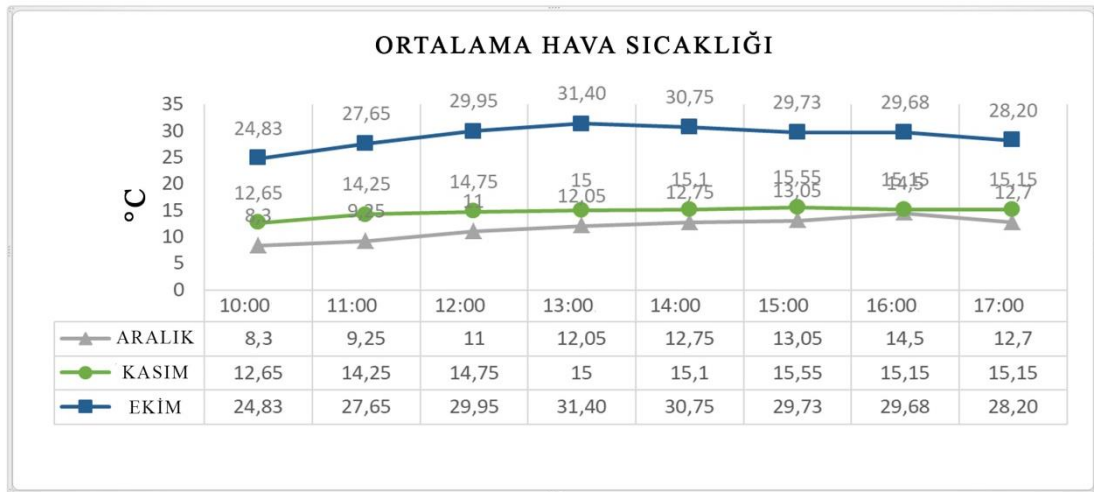
Ta, RH, WS, Tmrt gibi mikro iklimsel değişkenler incelendiğinde; yarı açık mekânlarda bu değişkenlerde ölçüldüğü dönem kapsamında çok ciddi farkların oluşmadığı gözlenmiştir. Bunun nedeni, dışmekân da ölçülen Ta, RH, WS, Tmrt gibi değişken parametrelerin, yarı açık alanlarda daha kontrol edilebilir olmasıdır.

Bunun yanında sıcaklık (Ta) ile ortalama radyan sıcaklık (Tmrt) verileri incelendiğinde her üç dönem içinde doğru orantılı olarak artış veya düşüş göstermektedir. Fakat her ölçümde Tmrt'nin Ta'dan düşük olduğu görülmektedir.

Ölçüm yapılan her üç dönem için de yarı açık mekânlarda en az değişkenlik gösteren parameter rüzgâr hızı (WS)dır. Ölçüm yapıldığı sırada zaman zaman neredeyse rüzgârın hiç olmadığı gözlenmiştir.

#### 4.1.2 İklimsel Parametrelerin Dönemler İçerisinde Zamansal Dağılımları

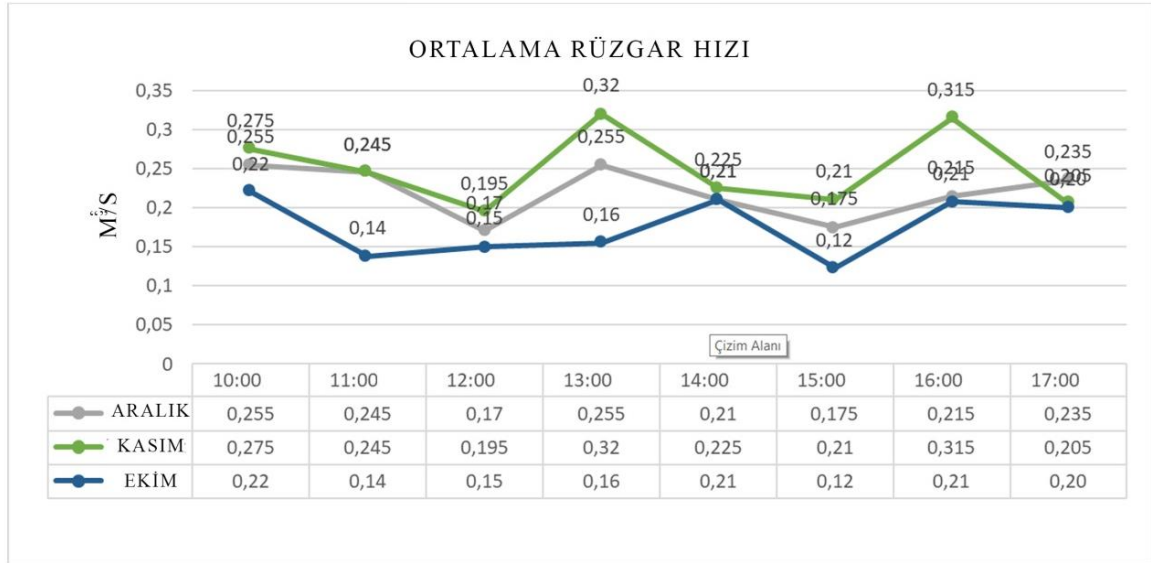
Hava sıcaklığı, bağıl nem, rüzgâr hızı ve ortalama radyan sıcaklık parametreleri için belirlenen üç döneme ait ortalama değerlerin, eş saat dilimlerinde ki dağılımı aşağıdaki grafiklerde karşılaştırılmıştır (Şekil 4.1; 4.2; 4.3 ve 4.4).



**Şekil 4.1:** Ayların ortalama Ta değerlerinin zamansal dağılımları.

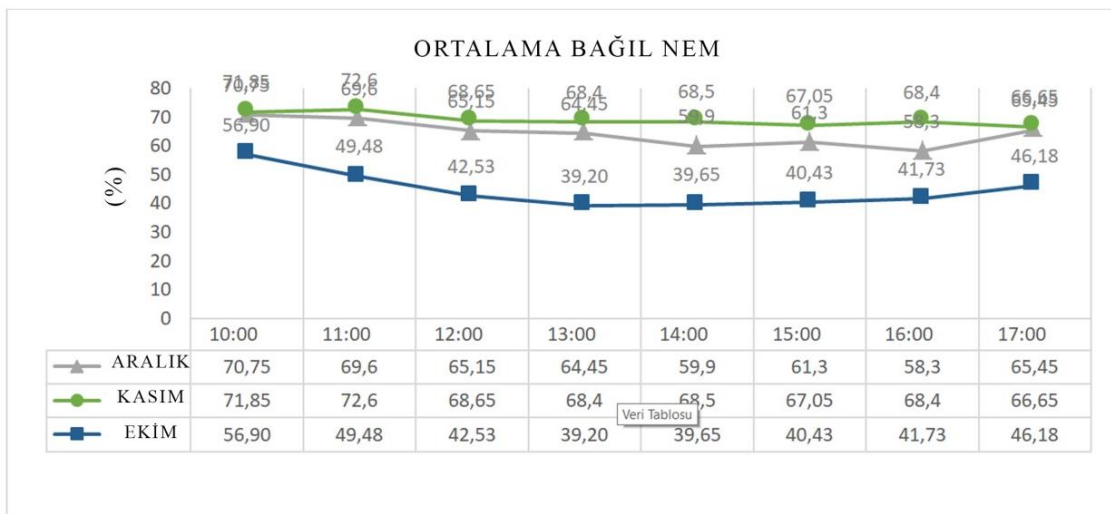
Ortalama Ta değerleri incelendiğinde (Şekil 4.1), dış ortam iklim koşullarına bağlı olarak her bir aralıktaki en düşük değer Aralık'da; en yüksek değer ise Ekim'de elde edilmiştir. Ortalama hava sıcaklığı (Ta) analizi, sonucunda, her bir zaman dilimi için en düşük Ta değerinin Aralık ayında sabah saat 10.00 civarında, en yüksek Ta değerinin ise Ekim

ayında saat 13.00 civarında gözlemlendiği tespit edilmiştir. Aralık ayında, sabah ve öğle saatlerinde Kasım ayına kıyasla daha düşük ortalama Ta değerleri kaydedilmiş, ancak öğleden sonra ve akşam saatlerinde bu değerler Kasım ayıyla benzer seviyelerde kalmıştır.



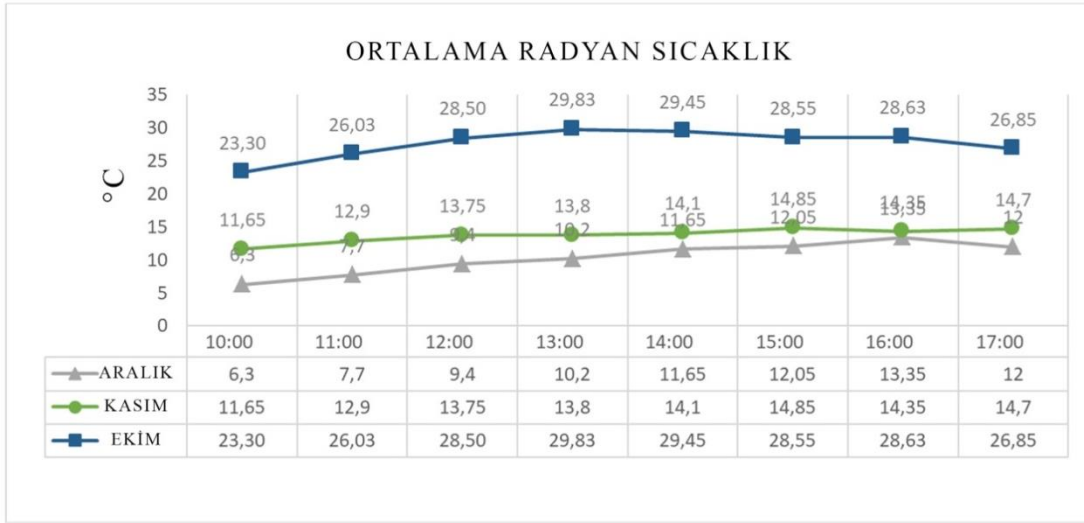
**Şekil 4.2:** Aylara göre ortalama WS (m/s) değerlerinin zamansal dağılımları.

Şekil 4.2'ye göre, gün içerisindeki en düşük ortalama rüzgâr hızı (WS) değerleri Ekim ayında saat 15.00 civarında kaydedilmiştir. Buna karşılık, en yüksek ortalama WS değerleri Kasım ayında öğle saatlerinde, özellikle 11.00-12.00 ve 14.00-15.00 aralığında, gözlemlenmiştir. Ayrıca, bu zaman dilimlerinde rüzgâr hızının neredeyse yok denecek kadar az olduğu görülmüştür. Rüzgâr hızının miktarı az olmasına rağmen, yarı açık bir mekân ve bu üç farklı zaman dilimine dayalı ölçümler, gün içerisindeki rüzgâr hızının düzensiz bir dağılım sergilediğini ortaya koymuştur.



**Şekil 4.3:** Aylara göre ortalama RH değerlerinin zamansal dağılımları

Ortalama bağıl nem (RH%) grafiği incelendiğinde (Şekil 4.3) Kasım ve Aralık aylarına ait ortalama bağıl nem değerlerinin gün boyunca birbirine yakın seviyelerde olduğu görülmüştür. En düşük ortalama bağıl nem değerleri Ekim ayında saat 13.00-14.00 aralığında kaydedilirken, en yüksek bağıl nem oranı Kasım ayında saat 10.00-11.00 arasında tespit edilmiştir. Üç farklı zaman diliminde yapılan bu analiz, sabah saatlerinde yüksek seviyelerde başlayan bağıl nem oranının, öğle saatlerine doğru azaldığını ve akşam saatlerine yaklaştıkça tekrar yükseldiğini ortaya koymuştur.



**Şekil 4.4:** Aylara göre ortalama Tmrt değerlerinin zamansal dağılımları

Şekil 4.4 incelendiğinde ise Kasım ve Aralık ayların için hesaplanan ortalama Tmrt değerlerinin gün içerisinde birbirine yakın seviyelerde olduğu görülmektedir ve Kasım ayında saatlik ortalama değerler arasında fark çok azdır. Bununla birlikte Ekim ayında ortalama Tmrt'nin en yüksek olduğu ay Ekim ayıdır. Ortalama Tmrt'nin en düşük değerleri, saat 10:00 civarlarında olduğu gözükmektedir. Bunun temel sebepleri güneş faktörünün saat 10:00 civarlarında alanda etkili olamaması ve gece yüzey soğuması olarak düşünülmektedir. Bunun yanısıra Tmrt'nin en fazla olduğu saatler güneş açısının en dik olduğu saatlerde (12:00-13:00) ölçülmüştür.

#### 4.2 Anket Verilerinin Değerlendirilmesi

Bu bölümde, yüz yüze anket görüşmeleriyle toplanan katılımcıların demografik özellikleri ve ısıl ortamlara yönelik değerlendirme sonuçları ele alınmıştır. Saha çalışmaları sırasında toplanan 997 anketten, boş veya tutarsız yanıtlar içeren 16 anket elenmiş ve analizlerde

kullanılan geçerli anket sayısı 981 olarak belirlenmiştir. İlk olarak, katılımcıların cinsiyete göre yaş dağılımları incelenmiş, ardından belirlenen dönemler kapsamında ortalama yaş, boy, kilo, metabolik hız ve giysi yalıtımı değerleri tanımlanmıştır. Sonraki aşamada, katılımcıların yarı açık mekânda bulunma süreleri analiz edilmiştir. Devamında, katılımcıların mevcut ısıl koşulları algılama düzeyleri, ısıl tercihlerine ve genel konfor durumlarına verdikleri yanıtlar üzerinden değerlendirilmiş, bu veriler arasında gerekli karşılaştırmalar ve ilişkilendirmeler yapılmıştır.

Ankette verilen cevaplar analiz edilmeden önce SPSS programında güvenilirliğini test etmek amacıyla Cronbach Alpha değeri hesaplanmıştır. Cronbach alfa katsayısı, bir dizi anket ögesinin iç tutarlılığını veya güvenilirliğini ölçmek için kullanılmaktadır. Cronbach Alpha değeri 0,703 olarak bulunmuştur ve bu değer bize ölçeğin güvenilir olduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.5:** Cronbach Alpha değeri

Reliability Statistics		
Cronbach's Alpha	Cronbach's Alpha Based on Standardized Items	N of Items
0,703	0,705	6

#### 4.2.1 Anket Katılımcılarının Demografik Yapısı

Balıkesir ili merkez nüfusu 2023 yılında 338.936 (171.749 erkek ve 167.187 kadın)'tür. Anket verilerine göre, katılımcıların %46,7'sini kadınlar, %53,3'ünü ise erkekler oluşturmaktadır ve bu da 1:1.02'lik bir erkek-kadın oranını yansıtmaktadır. Bu oran, yerel nüfusun gerçek demografisiyle büyük ölçüde örtüşmekte ve insanların Balıkesir Merkez'deki açık hava ısıl ortamındaki deneyimlerine ilişkin nesnel bir temsil sunmaktadır. Katılımcıların dağılımı incelendiğinde, 80 yaş ve üzeri bireylerin bu alanı hiç tercih etmediği belirlenmiş ve buna karşın, 50-80 yaş aralığındaki kadınların %5,6, erkeklerin ise %5,5 oranında ankete katıldığı tespit edilmiştir. Kadın ziyaretçiler arasında, %17,2 ile 24-35 yaş aralığındaki bireyler en yoğun grubu oluştururken, erkek ziyaretçilerde %20 ile 18-24 yaş aralığındaki bireylerin en yüksek oranda seçilen alanda vakit geçirmeyi tercih ettiği

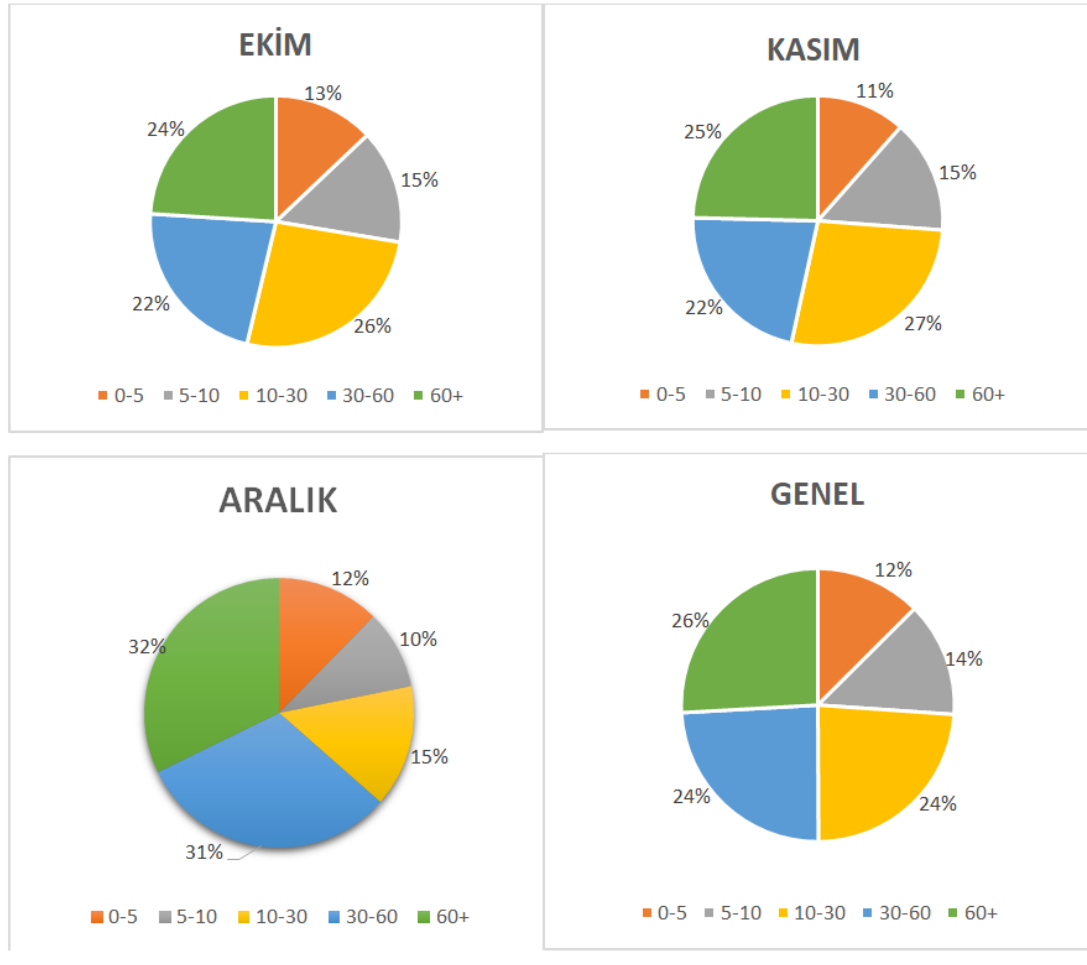
gözlemlenmiştir (Tablo 4.3). Bu durum genç nüfusun alışveriş merkezlerine daha fazla ilgi duyduğunu göstermektedir.

**Tablo 4.3:** Anket görüşmelerine katılan bireylerin özellikleri

DÖNEM	ERKEKLER															
	KATILIMCI SAYISI	YAŞ			BOY (CM)			KİLO (KG)			M (W)			Icl (clo)		
		MİN	MAX	ORT	MİN	MAX	ORT	MİN	MAX	ORT	MİN	MAX	ORT	MİN	MAX	ORT
EKİM	291	18-24	50-80	18-24	148	197	177	40	125	80	58 (OTURMA)	550 (KOŞMA)	150 (YÜRÜME)	0,3	0,61	0,38
KASIM	110	18-24	50-80	18-24	160	192	178	52	135	80	58 (OTURMA)	550 (KOŞMA)	150 (YÜRÜME)	0,72	1,3	1,22
ARALIK	122	18-24	50-80	18-24	165	197	178	57	125	79	58 (OTURMA)	550 (KOŞMA)	150 (YÜRÜME)	0,96	2	1,31
GENEL	523	18-24	50-80	18-24	148	197	177	40	135	80	58 (OTURMA)	550 (KOŞMA)	150 (YÜRÜME)	0,3	2	0,62
DÖNEM	KADINLAR															
	KATILIMCI SAYISI	YAŞ			BOY (CM)			KİLO (KG)			M (W)			Icl (clo)		
		MİN	MAX	ORT	MİN	MAX	ORT	MİN	MAX	ORT	MİN	MAX	ORT	MİN	MAX	ORT
EKİM	288	18-24	50-80	18,24	144	180	165	38	124	65	58 (OTURMA)	550 (KOŞMA)	150 (YÜRÜME)	0,36	0,67	0,38
KASIM	81	18-24	50-80	24-35	150	178	165	42	90	63	58 (OTURMA)	550 (KOŞMA)	150 (YÜRÜME)	0,72	1,3	1,22
ARALIK	89	18-24	50-80	24-35	153	182	165	45	97	63	58 (OTURMA)	550 (KOŞMA)	150 (YÜRÜME)	0,96	2	1,37
GENEL	458	50-80	24-35	458	144	182	165	38	124	64	58 (OTURMA)	550 (KOŞMA)	150 (YÜRÜME)	0,36	2	0,62

Şekil 4.5'deki verilere göre, katılımcıların mekânda geçirdikleri süreler incelendiğinde, Ekim ayında en yüksek oran olan %26 ile 10-30 dakika arası vakit geçirenler, en düşük oran olan %13 ile 0-5 dakika arası vakit geçirenler olarak tespit edilmiştir. Kasım ayında da benzer bir durum gözlemlenmiş, en yüksek oran %27 ile 10-30 dakika arası, en düşük oran ise %11 ile 0-5 dakika arası vakit geçiren katılımcılar olmuştur. Aralık ayında ise dağılım değişmiş, katılımcıların %32'si 60 dakika ve üzeri süreyle mekânda bulunurken, %10'u 5-10 dakika arası vakit geçirmiştir. Aralık ayındaki bu artış mevsim normallerine göre Aralık ayının daha ılıman geçmiş olmasından kaynaklanabilir.

Genel ortalama değerlendirildiğinde ise %26 ile en yüksek oranın 60 dakika ve üzeri vakit geçirenlere, %12 ile en düşük oranın ise 0-5 dakika arası vakit geçirenlere ait olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 4.5:** Anket katılımcılarının lokasyonda bulunma süreleri.

Katılımcıların demografik özelliklerine ilişkin analizler (Tablo 4.4), her iki cinsiyet için belirlenen dönem bazlı ortalama yaş, boy ve kilo değerlerinin büyük ölçüde birbirine yakın olduğunu ve çoğunlukla aynı değerlere ulaşıldığını göstermektedir. Bununla birlikte, erkek katılımcıların yaş ortalamasının genel olarak daha düşük olduğu, kadın katılımcılar arasında ise yaş ortalamasının daha yüksek olduğu belirlenmiştir.

Her iki cinsiyet kategorisinde de dönemlere özgü hesaplanan ortalama metabolik hız (M) ve giysi yalıtımı (Icl) değerlerinin benzer seviyelerde olduğu dikkat çekmektedir. Bununla birlikte, erkek ve kadın katılımcıların metabolik hızlarının aynı seviyede olduğu tespit edilmiştir. Bunun yanı sıra metabolik hız bütün dönemler için aynı kalırken kıyafet yalıtım seviyelerinin sıcaklık ile orantılı olarak değiştiği gözlenmiştir.

**Tablo 4.4:** Anket katılımcıların demografik parametrelerin ortalama değerleri

DÖNEMLER	ERKEKLER					KADINLAR				
	YAŞ	BOY (cm)	KİLO (kg)	M (W)	Icl (clo)	YAŞ	BOY (cm)	KİLO (kg)	M (W)	Icl (clo)
EKİM	18-24	177	80	150	0.38	18.24	165	65	150	0.38
KASIM	18-24	178	80	150	1.22	24-35	165	63	150	1.22
ARALIK	18-24	178	79	150	1.31	24-35	165	63	150	1.37
GENEL	18-24	177	80	150	0.62	24-35	165	64	150	0.62

Literatürde, kadınların genellikle erkeklere kıyasla daha düşük giyim yalıtımı seviyelerine sahip olduğu belirtilmiş olsa da, Lin (2009) ile Canan ve arkadaşlarının (2020) çalışmalarında elde edilen bulgulara benzer şekilde, bu araştırmada da erkek ve kadın katılımcıların ortalama giyim yalıtımı (clo) değerleri arasında belirgin bir fark olmadığı tespit edilmiştir.

Bu durumun, çalışmanın gerçekleştirildiği coğrafi bölgenin koşullarına bağlı olduğu ve özellikle değişen sıcaklıklarla beraber giyim tarzında değiştiği gözlemlenmiştir. Sıcaklık düştükçe ters orantılı biçimde yüksek clo değerli kıyafet tercih edildiği görülmüştür (Tablo 4.3).

#### 4.2.2 Farklı Aylarda Isıl Ortamın Genel Değerlendirmesi

Anketin ikinci bölümünde yer alan “Şu an bulunduğunuz açık alanın, sıcaklık durumunu en iyi ifade eden şıkkı işaretleyiniz.” 8 numaralı sorusuna 7 noktalı ölçek üzerinden verilen ısı duyumu oyları incelendiğinde (Şekil 4.6a), ortam sıcaklığının ne sıcak ne de soğuk olarak algılandığını ifade eden nötr oylar (TSV = 0), Ekim ayında (%36,80) maksimum oranda; Aralık ayında (%12,80) ise minimum oranda elde edilmiştir. Bununla birlikte, ‘biraz serin (-1) ve serin (-2)’ kategorilerinden oluşan negatif oylar, toplam %32,70’lik oranla en fazla Aralık ayında verilmiş olup farklı olarak hiçbir katılımcının bu ayda ‘sıcak (+3)’ oyu vermediği tespit edilmiştir. Bunun aksine, TSV = +3 oylarının en yüksek oranı Ekim ayında (%21,90) ve aynı Aralık ayı gibi Kasım ayında da hiçbir katılımcının ‘sıcak (+3)’ oyu vermediği tespit edilmiştir. Ayrıca, pozitif oyların dağılımlarına göre, toplam %50,70 oranla Ekim ayı en yüksek ısı stresine sahip dönem olmuştur. Kasım ve Aralık ayı, katılımcılar tarafından çoğunlukla ‘soğuk (-3)’ veya ‘serin (-2)’ olarak yorumlanırken; Ekim ayı ise, diğer aylara kıyasla büyük oranda ‘sıcak (+3)’ olarak algılanmıştır.

Isıl duyum oyları çalışma döneminin genelinde değerlendirildiğinde ise, son bahar mevsimi gündüz saatlerinde kendini nötr hissedenden katılımcıların en yüksek orana (%27,9.) sahip olduğu görülmektedir. Biraz serin, serin soğuk hissedendenlerin oranları birbirine yakın olup tespit edilen kategoriler arasında orta seviyede yer almaktadır (Şekil 4.6a).

Anketin 9 numaralı “Şu an kendinizi konfor açısından nasıl hissediyorsunuz?” sorusuna. 5 noktalı ölçek üzerinden verilen ısı duyum oyları incelendiğinde (Şekil 4.6b), katılımcının bulunduğu ortamdan memnun olduğunu ifade eden konforlu oyları (OCV= +2), Ekim ayında (%18,80) en fazla oranda; Kasım ayında (%12,60) ise minimum oranda elde edilmiştir. Aralık ayında ise %13,3 bir oranla minimum değere oldukça yakındır. Bunların yanında biraz konforlu oyu (OCV=+1) %23,0 oranla Ekim ve Kasım aylarında eşit olduğu dikkat çekmektedir.

Bununla birlikte; negatif oyların (OCV= -2, OCV= -1) toplam %44,1 oranla en fazla Aralık ayında olup, bunu %32,5 ile Kasım ayı takip etmiştir. Nötr oylar (OCV=0) ise Ekim ve Kasım aylarında çok fark göstermezken (fark=%3,0) Aralık ayında negatif yönde genel ortalamaya göre %14,7 oranında artmaktadır.

Genel konfor oyları çalışma döneminin genelinde değerlendirildiğinde ise, son bahar mevsimi gündüz saatlerinde kendini nötr hissedenden katılımcıların en yüksek orana (%32,2,9.) sahip olduğu görülmektedir. Biraz konforu, biraz konforsuz hissedendenlerin oranları birbirine yakın olup konforlu oyunun %16,4, konforsuz oyunun %9,4 olduğu tespit edilmiştir. (Şekil 4.6b).

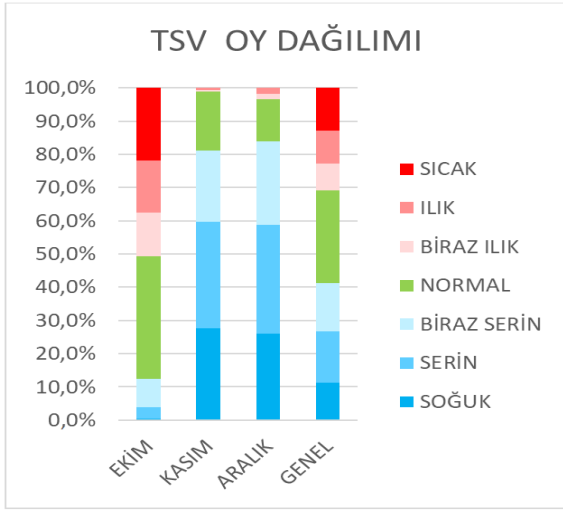
“Hava sıcaklığının nasıl olmasını isterdiniz?” sorusuna verilen yanıtlar, üç noktalı ölçek üzerinden analiz edildiğinde, Ekim ayında katılımcıların çoğunluğunun mevcut sıcaklığın değişmeden kalmasını istediği görülmüştür (Şekil 4.6c). Bu durum, sıcaklığın daha yüksek veya daha düşük olmasını isteyen katılımcı oranlarına kıyasla belirgin bir şekilde daha yüksektir. Kasım ayında ise, katılımcıların %61,8 ile en yüksek oranda hava sıcaklığının daha yüksek olmasını istediği, yalnızca %7,3 oranında katılımcının sıcaklığın daha düşük olmasını tercih ettiği belirlenmiştir. Aralık ayında benzer bir eğilim devam etmiş, katılımcıların %64,9’u hava sıcaklığının daha yüksek olmasını tercih ederken, %3,8’i sıcaklığın daha az olmasını istemiştir. Bu bulgular, yarı açık mekânlarda Ekim

ayındaki ortam sıcaklığının, Kasım ve Aralık aylarına kıyasla daha yüksek olduğu sonucunu desteklemektedir.

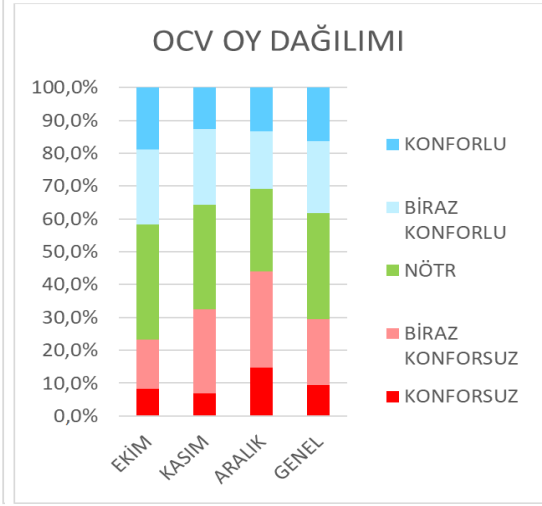
Genel olarak sıcaklık tercih oyları incelendiğinde katılımcıların en fazla %41,2 oy ile sıcaklığın aynı kalmasını isterken, %30,4 ünün daha yüksek ve %28,4 ünün ise daha düşük olmasını tercih etmektedir. Bu sonuçlar katılımcıların genel olarak buldukları ortamın sıcaklığından memnun olduğunu göstermektedir (Şekil 4.6c).

“Havadaki nem oranı nasıl olmasını isterdiniz?” sorusuna verilen yanıtların analizi, üç noktalı tercih ölçeği üzerinden değerlendirilmiştir (Şekil 4.6d). Ekim ayında, katılımcıların %47,3’ü mevcut nem oranının aynı kalmasını, %47,2’si ise nem oranının azalmasını istemiştir. Bu oranlar birbirine oldukça yakındır. Kasım ayında, katılımcıların %84,3 gibi yüksek bir oranı havadaki nem oranının mevcut haliyle kalmasını tercih ederken, %14,7’si nem oranının daha az olmasını istemiştir. Aralık ayında da benzer bir eğilim görülmüştür; katılımcıların %81,5’i nem oranının değişmemesini talep ederken, %16,6’sı daha düşük nem oranını tercih etmiştir. Bu bulgular, ekim ayındaki nem oranının kasım ve aralık aylarına kıyasla daha yüksek olduğunu göstermektedir. Üç farklı ayda yapılan bu çalışma, katılımcıların yarı açık mekânlarda nem oranının aynı kalmasını veya azaltılmasını tercih ettiklerini ortaya koymuştur (Şekil 4.6d).

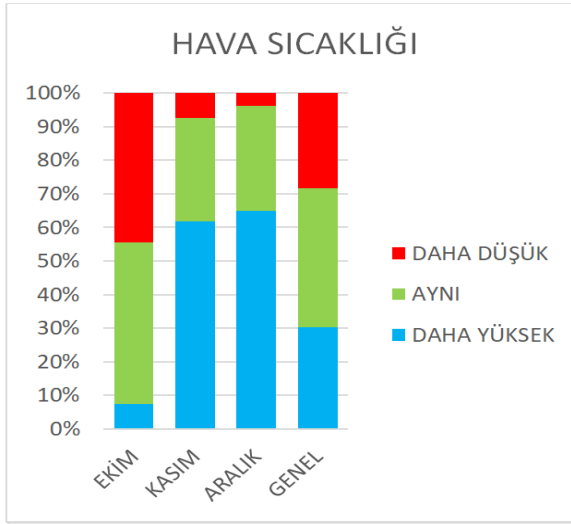
“Havadaki rüzgâr hızının nasıl olmasını isterdiniz?” sorusuna verilen yanıtların analizi, üç noktalı bir ölçek üzerinden değerlendirilmiştir (Şekil 4.6e). Ekim ayında, katılımcıların %58,0’ı rüzgâr hızının aynı kalmasını tercih etmiş, %22,6’sı rüzgâr hızının azalmasını, %19,2’si ise artmasını istemiştir. Bu bulgular, ekim ayındaki rüzgâr hızının genel olarak katılımcılar tarafından normal algılandığını göstermektedir. Kasım ve aralık aylarında ise tercihlerin değiştiği görülmektedir. Kasım ayında, katılımcıların %53,4’ü rüzgâr hızının azalmasını, %45,5’i ise mevcut düzeyde kalmasını tercih etmiştir. Aralık ayında bu oranlar sırasıyla %57,3 ve %42,7 olarak tespit edilmiştir; bu dönemde rüzgâr hızının artmasını isteyen hiçbir katılımcı bulunmamıştır. Genel sonuçlara bakıldığında, katılımcıların %52,3’ünün rüzgâr hızının aynı kalmasını, %36,1’inin azalmasını, %11,5’inin ise artmasını tercih ettiği belirlenmiştir. Bu veriler, özellikle kasım ve aralık aylarında rüzgâr hızının düşmesini veya sabit kalmasını isteyenlerin oranının daha yüksek olduğunu ortaya koymaktadır (Şekil 4.6e).



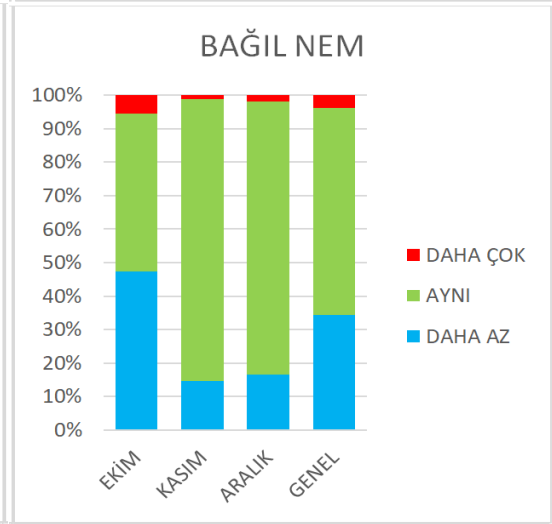
a) Isıl duyum oylarının (TSV)



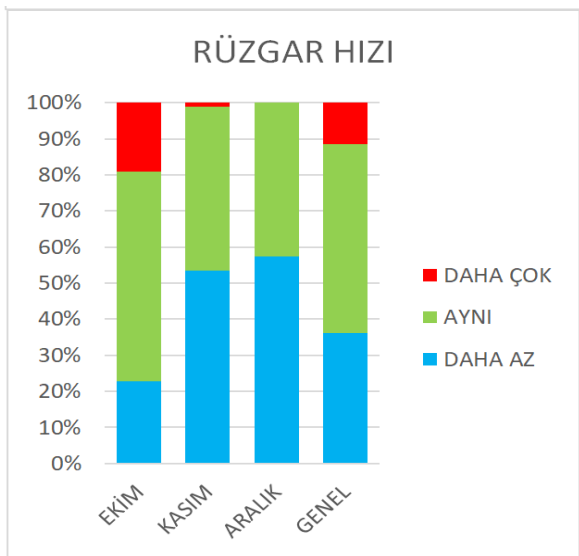
b) Genel konfor oyları (OCV)



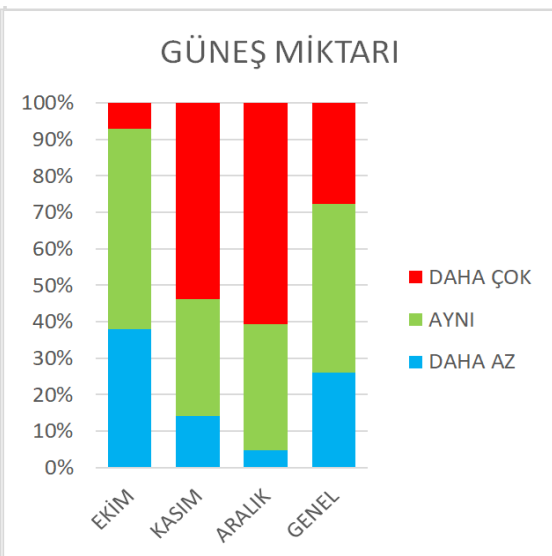
c) Sıcaklık tercih oyları (TPV)



d) Bağıl nem tercih oyları (RHPV)



e) Rüzgâr hızı tercih oyları (VPV)



f) Güneş miktarı tercih oyları (RHPV)

Şekil 4.6: Dönemsel katılımcı oy dağılımları.

“Havadaki güneş miktarının nasıl olmasını isterdiniz?” sorusuna verilen yanıtların üç noktalı ölçek üzerinden değerlendirilmesi şu sonuçları ortaya koymuştur (Şekil 4.6f). Ekim ayında, katılımcıların %54,9’u mevcut güneş miktarının aynı kalmasını tercih etmiş, %37,8’i azalmasını istemiş, %7,1’i ise güneş miktarının artmasını talep etmiştir. Bu sonuçlar, ekim ayında güneş miktarının genellikle uygun bulunduğunu göstermektedir. Kasım ayında ise tercihler değişmiş, katılımcıların %53,4’ü güneş miktarının artmasını, %31,9’u mevcut haliyle kalmasını, %14,1’i ise azalmasını istemiştir. Aralık ayında bu eğilim devam etmiş ve katılımcıların %60,7’si güneş miktarının artmasını, %34,6’sı aynı kalmasını, %4,7’si ise azalmasını tercih etmiştir. Bu veriler, yarı açık mekânlarda ekim ayındaki güneş miktarının kasım ve aralık aylarına kıyasla daha yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca, kasım ve aralık aylarında katılımcıların çoğunlukla daha fazla güneş ışığı talep ettiği görülmektedir (Şekil 4.6f).

Anketde “Alışveriş merkezinde dış ortamda ne kadar zamandır bulunmaktasınız? ” 2. numaralı soruya verilen cevaplar ile 8 numaralı “Şu an bulunduğunuz açık alanın, sıcaklık durumunu en iyi ifade eden şıkkı işaretleyiniz. ” sorusuna verilen cevaplar birlikte değerlendirilmiştir (Tablo 4.5)

**Tablo 4.5:** Isıl duyum oylarının (TSV) ortamda buldukları sürelerle göre dağılımları.

EKİM		SOĞUK	SERİN	BİRAZ SERİN	NORMAL	BİRAZ ILIK	ILIK	SICAK
		-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Ortamda bulunulan süre (Dakika)	0-5	0.0%	5.3%	4.0%	52.0%	9.3%	16.0%	13.3%
	5-10	0.0%	1.2%	8.2%	37.6%	15.3%	12.9%	24.7%
	10-30	0.7%	5.3%	7.9%	33.1%	11.3%	16.6%	25.2%
	30-60	0.8%	3.9%	8.5%	36.4%	14.7%	14.7%	20.9%
	60+	0.0%	2.2%	11.5%	32.4%	14.4%	17.3%	22.3%
KASIM		SOĞUK	SERİN	BİRAZ SERİN	NORMAL	BİRAZ ILIK	ILIK	SICAK
		-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Ortamda bulunulan süre (Dakika)	0-5	27.3%	36.4%	22.7%	13.6%	0.0%	0.0%	0.0%
	5-10	25.0%	42.9%	7.1%	25.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	10-30	17.3%	36.5%	21.2%	25.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	30-60	21.4%	35.7%	31.0%	9.5%	2.4%	0.0%	0.0%
	60+	46.8%	14.9%	21.3%	14.9%	0.0%	2.1%	0.0%
ARALIK		SOĞUK	SERİN	BİRAZ SERİN	NORMAL	BİRAZ ILIK	ILIK	SICAK
		-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Ortamda bulunulan süre (Dakika)	0-5	46.2%	19.2%	3.8%	26.9%	0.0%	3.8%	0.0%
	5-10	20.0%	45.0%	35.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	10-30	35.5%	32.3%	19.4%	9.7%	0.0%	3.2%	0.0%
	30-60	15.2%	27.3%	31.8%	19.7%	3.0%	3.0%	0.0%
	60+	26.5%	39.7%	26.5%	5.9%	1.5%	0.0%	0.0%
GENEL		SOĞUK	SERİN	BİRAZ SERİN	NORMAL	BİRAZ ILIK	ILIK	SICAK
		-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
Ortamda bulunulan süre (Dakika)	0-5	14.6%	13.8%	7.3%	39.8%	5.7%	10.6%	8.1%
	5-10	8.3%	16.5%	12.0%	29.3%	9.8%	8.3%	15.8%
	10-30	9.0%	15.8%	12.4%	28.2%	7.3%	11.1%	16.2%
	30-60	8.4%	16.0%	19.0%	27.0%	9.3%	8.9%	11.4%
	60+	15.7%	14.6%	17.3%	22.0%	8.3%	9.8%	12.2%

Ekim ayında ortamda vakit geçiren katılımcıların büyük bir kısmının sıcaklığı normal olarak algıladığı görülmektedir. 0-5 dakika aralığında vakit geçirenlerin %13,3'ü ortamı sıcak, %52'si normal, %5,2'si ise serin olarak değerlendirmiştir. Ancak, Kasım ve Aralık aylarında bu durum değişmiş ve ortam sıcaklığının genellikle daha düşük algılandığı tespit edilmiştir. Anket sonuçlarına göre, azınlık bir grup ortam sıcaklığını ılık veya biraz ılık olarak belirtmiştir. Kasım ayında, 60 dakika ve üzerinde vakit geçirenlerin %46,8'i ortamı soğuk olarak değerlendirmiştir. 10-30 dakika arasında vakit geçirenler arasında %17,3'ü soğuk, %25'i ise normal sıcaklık hissetmiştir; bu süre zarfında ortamı normalin üzerinde sıcak olarak hisseden birey bulunmamıştır. Aralık ayında ise, 0-5 dakika aralığında vakit geçirenlerin %46,2'si ortamı soğuk bulurken, 30-60 dakika arasında vakit geçirenler arasında bu oran %15,2 olarak gözlemlenmiştir.

Genel olarak değerlendirildiğinde, bireylerin mekânda geçirdikleri süre arttıkça ortam sıcaklığını algılama biçimlerinin değiştiği ve normal hissedilen sıcaklığın süreye bağlı olarak farklılaştığı tespit edilmiştir (Tablo 4.5).

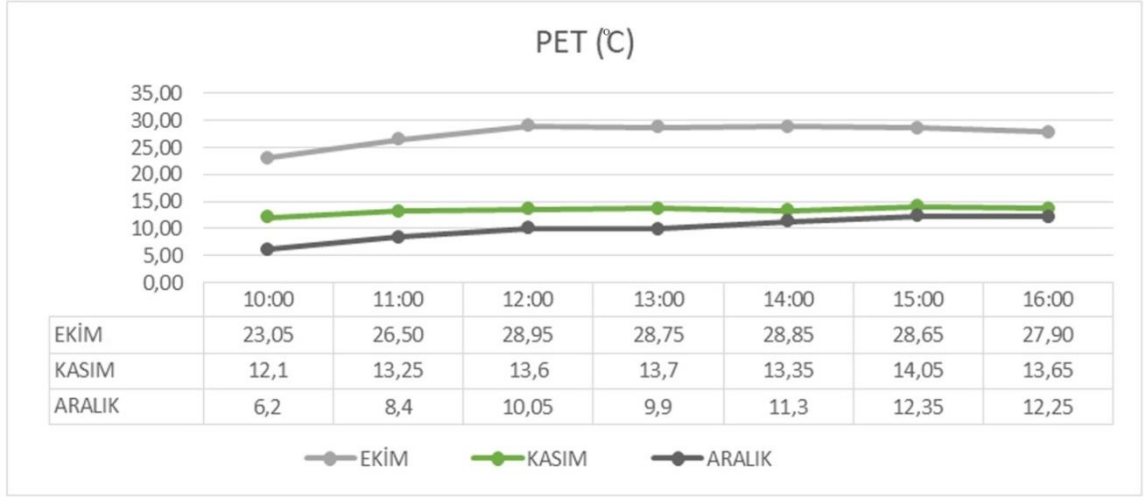
### 4.3 Yarı Açık Alanlarda Dış Mekân Isıl Konfor Değerlendirilmesi

Tablo 4.6' da, iklimsel ve kullanıcı ile ilgili parametreler kullanılarak RayMan Pro programı ile hesaplanan Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (PET) indeksinin seçilen her bir dönem ve bu dönemlerin genelinde minimum, ortalama ve maksimum değerleri sunulmaktadır. PET indeksinin çalışma aralığındaki en düşük değer aralık ayında 5,4°C olarak belirlenirken, en yüksek değer ise Ekim ayında 32,4°C'ye ulaşmıştır. Minimum ile maksimum değerler arasındaki fark, Ekim ayında 11,5°C ile en yüksek, Kasım ayında ise 3,1°C ile en düşük seviyeye ulaşmıştır. Ortalama PET değerleri, aralık ayında 10,06°C, Kasım ayında 13,39°C ve Ekim ayında ise 27,52°C olarak hesaplanmıştır. Ekim ayına ait minimum, ortalama ve maksimum PET değerlerinin diğer aylara kıyasla belirgin şekilde daha yüksek olduğu gözlemlenmektedir. Ayrıca, dönemlerin PET değerleri toplamda incelendiğinde, tüm ölçüm dönemi için hesaplanan ortalama PET değeri 16,99°C olarak bulunmuştur.

**Tablo 4.6:** PET indeksinin dönemsel ve genel hesaplanması için ortalama, maksimum ve minimum değerleri.

DÖNEM	PET (C)		
	Ort.	Maks.	Min.
EKİM	27.52	32.4	20.9
KASIM	13.39	15.1	12
ARALIK	10.06	13.07	5.4

Saat aralıklarına göre ortalama PET değerleri analiz edildiğinde (Şekil 4.7), her bir zaman dilimindeki en düşük değerlerin aralık ayında elde edildiği ve Ekim ayındaki değerlerin gün boyunca diğer dönemlerden belirgin şekilde ayrıştığı gözlemlenmiştir. Ayrıca, Ekim ayında PET değeri saat 12:00 civarında düşüşe geçerken, aralık ayında bu düşüş saat 14:00 civarında başlamıştır. Kasım ayında ise saatlik ortalama PET değerleri arasındaki farkın oldukça düşük olduğu tespit edilmiştir.



**Şekil 4.7:**Dönemsel ortalama PET değerlerinin zamansal dağılımları

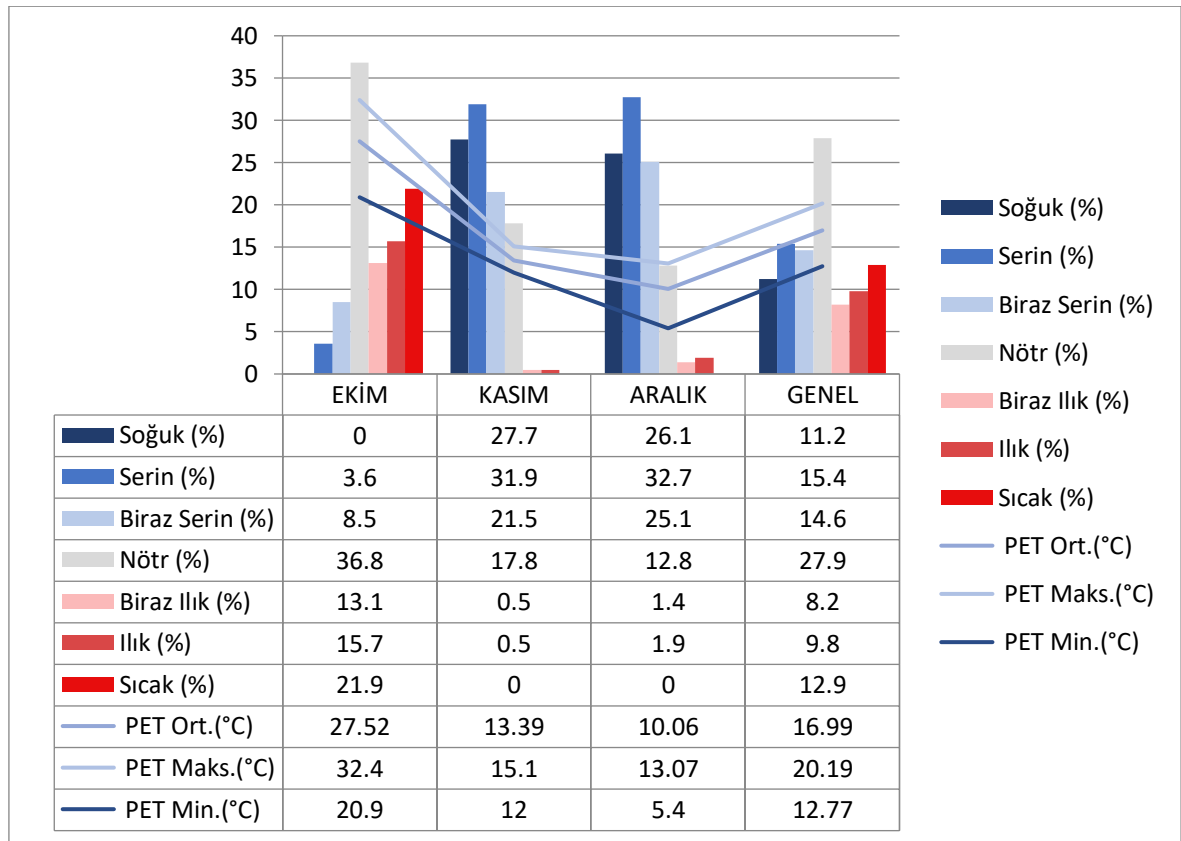
Ölçülen dönemlerdeki PET değerleri genel olarak karşılaştırıldığında, yarı açık alanlardaki ısı konfor seviyelerinin gün içinde zamansal olarak önemli ölçüde farklılaşmadığı görülmektedir. Anket görüşmelerine katılan bireylerin sahip olduğu metabolik hız ve giysi yalıtımı değerleri arasında büyük bir fark olmadığı göz önünde bulundurulduğunda, özellikle yarı açık mekânlardaki gün içerisinde PET değerlerinin çok farklılaşmadığı dolayısıyla algılanan sıcaklığın değişiklik göstermediği söylenebilmektedir. Bunun en temel sebebi dış ortamdaki kontrol edilmesi güç olan dış iklim parametrelerinin yarı açık alanlarda tasarım ile kontrol edilebilir hale gelmesidir.

Ayrıca, Ekim ayındaki dış hava sıcaklığı diğer aylara göre daha yüksek olduğundan doğru orantılı olacak şekilde PET değeride bu doğrultuda da yüksek hesaplanmıştır. Bunun yanında her üç dönem içinde sabah saatlerinde hesaplanan PET değerleri düşükken öğlene doğru artış göstermiştir ki bunun sebebi de gece mekândaki dış ortam ile teması olan yüzeylerin soğuması ile ortalama radyan ısının daha düşük olmasıdır. Bu da bize PET indeksinde Tmrt nin önemli rol oynadığını göstermektedir.

Ölçüm yapılan Ekim, Kasım ve Aralık ayları için ortalama PET değerlerine bakıldığında (Tablo 4.5) Ekim ayındaki PET değeri (27,52°C) ile ısı konforu algılama seviyesi hafifçe ılıktır (+1) ve hafif sıcak stres seviyesine karşılık gelmektedir. Kasım ayındaki ortalama PET değeri (13,39°C) skalada hafifçe serin (-1) ısı konfor algılama aralığına denk gelirken, kullanıcılar hafif soğuk stresi yaşamaktadır. Aralık ayına baktığımızda ortalama PET

değeri (10,06 °C) ısı konfor algılama değeri özelinde serin (-2) olduğu gözlenlemiştir, stres seviyesi de orta dereceli soğuk stresi olduğu tespit edilmiştir.

Ekim ayında kullanıcılar %36,8 ile en fazla duyum oyunu nötr (0) seçeneğinden yana kullanırken, bunu %21,9 ile sıcak (+2) seçeneği izlemektedir. Bunun yanında Ekim ayı PET indeksi ortalaması 27,52 °C dir ki bu da Matzarakis'in PET değeri skalasına göre (Tablo 4.5) hafifçe ılıktır (+1). Kasım ayını incelediğimizde %31,9 ile kullanıcılar serin (-2) hissettiğini belirtirken, bu oyu %21,5 ile biraz serin (-1) takip etmektedir. PET ortalaması ise 13,39 °C'dir ve skalaya göre hafifçe serin (-1) ısı konfor algılama aralığına denk gelir. Aralık ayı değerlendirme oylarına göre %32,7 serin (-2) hissettiğini belirtirken, bu oyu %26,1 oy ile soğuk (-2) izlemektedir. PET ortalaması ise 10,06 °C'dir ve skalaya göre serin (-2) ısı konfor algılama aralığına denk gelmektedir (Şekil 4.8).

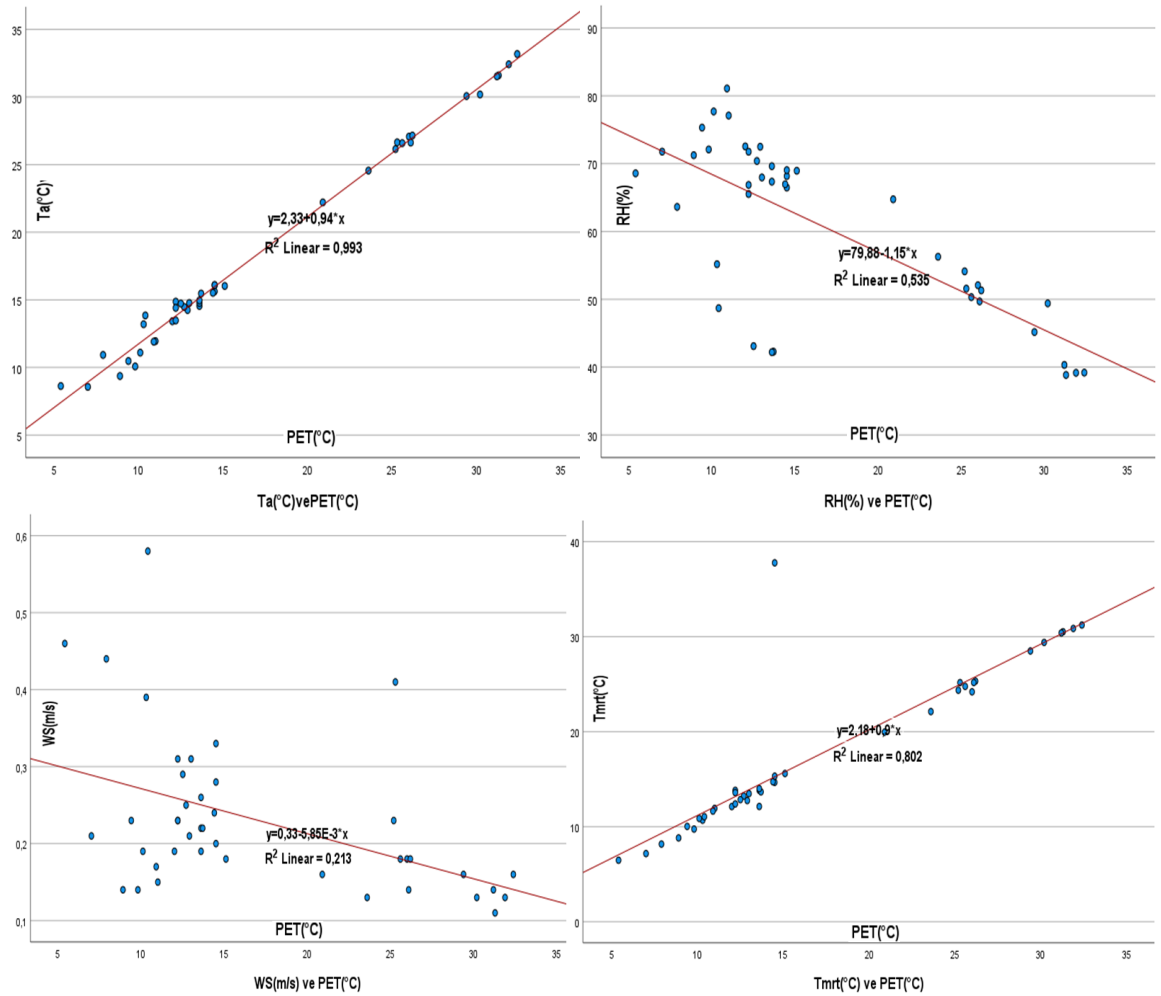


Şekil 4.8: PET değerleri ile TSV'nin karşılaştırılması.

Genel ortalamaları incelediğimiz de ise kullanıcıların %27,9'u nötr (0) hissettiğini söylerken, PET indeksi 16,99 °C'dir ve skalada hafif serin aralığının içindedir (Şekil 4.12).

Bu sonuçlar değerlendirildiğinde kullanıcı duyum oyları ile PET indeksi arasında çok fark olmamakla beraber tamamen benzerlik gösterdiği söylenemez.

Dış çevre ısıl konfor koşullarını etkileyen dört temel parametre ile PET indeksi arasındaki regresyon analizleri incelendiğinde (Şekil 4.9), her bir parametrenin indeks ile farklı derecelerde ilişkili olduğu gözlemlenmiştir. Çalışma bulgularına göre, PET indeksi en yüksek bağımlılığı hava sıcaklığına göstermiştir ( $R^2 = 0.99$ ). Bu bağımlılığı sırasıyla ortalama radyan sıcaklık ( $R^2 = 0.80$ ) ve bağıl nem ( $R^2 = 0.53$ ) takip etmektedir. Rüzgâr hızının etkisi ise diğer parametrelere kıyasla daha sınırlı olup, bu parametre için belirlenen ilişki katsayısı  $R^2 = 0.21$  olarak tespit edilmiştir.

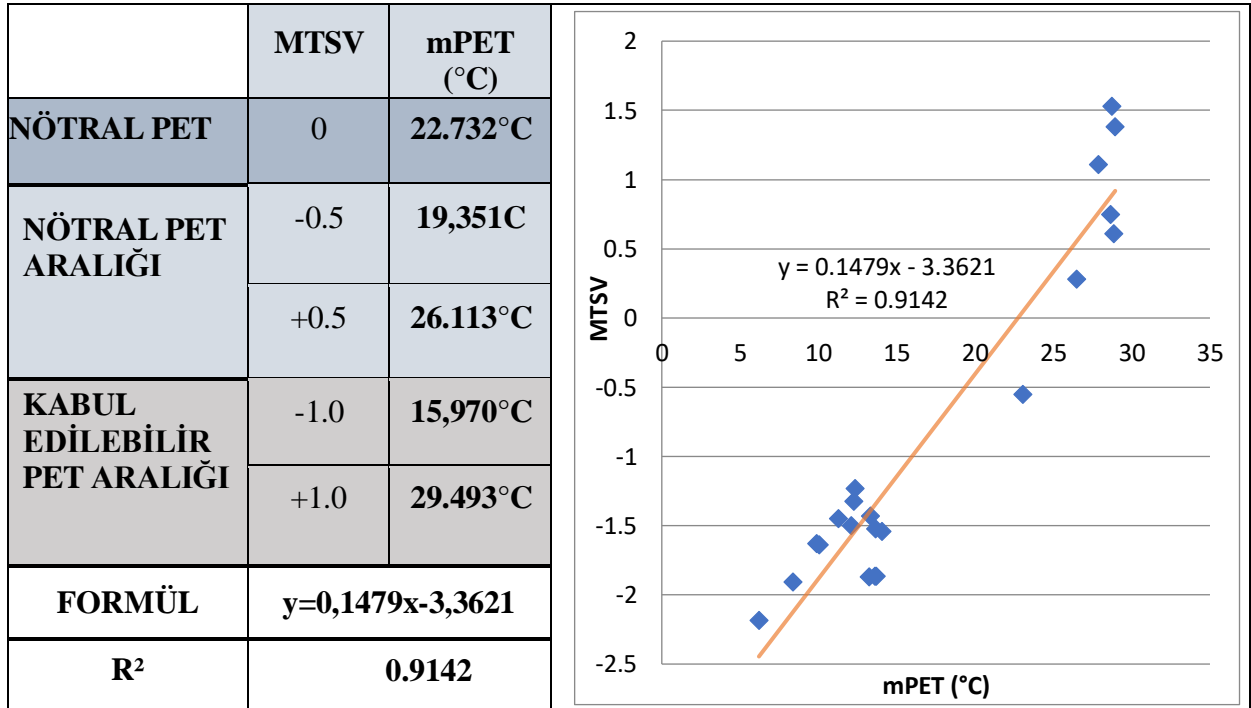


Şekil 4.9: İklimsel parametreler ile PET indeksi arasındaki korelasyon.

Bu çalışmada, anketlerden elde edilen ısı duyum oyları ile hesaplanan PET indeks değerleri karşılaştırılmış ve her 1°C'lik ortalama PET aralığına denk gelen gruplandırılmış ortalama TSV değerleri belirlenmiştir. Bu iki veri seti arasındaki ilişkinin incelenmesi amacıyla lineer regresyon analizi gerçekleştirilmiştir (Şekil 4.10). Analiz sonucunda elde edilen yüksek ilişki katsayısı ( $R^2 = 0.91$ ), ortalama PET ile MTSV arasında oldukça güçlü bir ilişkinin bulunduğunu ve çalışmada kullanılan subjektif ve objektif verilerin birbirleriyle tutarlı olduğunu göstermektedir.

Bunun yanı sıra, Balıkesir iline özgü nötral PET sıcaklığının, PET konfor aralığının ve kabul edilebilir PET sınırlarının belirlenmesi amacıyla, oluşturulan regresyon denkleminde MTSV değerleri sırasıyla 0, -0.5 ile +0.5 ve -1 ile +1 olarak atanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre, çalışma alanında ısı konfor sıcaklığı 22.73°C PET, konfor aralığı ise 19.35°C - 26.11°C PET olarak hesaplanmıştır. Ayrıca, kullanıcıların tolere edebileceği alt ve üst sıcaklık sınırlarını ifade eden kabul edilebilir PET aralığı 15.97°C ile 29.49°C arasında belirlenmiştir.

Çalışma alanına ait ortalama PET değeri (16.99°C) ile nötral PET sıcaklığı (22.73°C) karşılaştırıldığında, bölgedeki kullanıcıların genel olarak hafif serin hissettiği, ancak bu hissin kabul edilebilir sınırlar içinde olduğu tespit edilmiştir.



Şekil 4.10 : Ortalama ısı duyum oyları (MTSV) ile Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (PET) indeksinin ortalama değerleri arasındaki korelasyon

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada, Balıkesir'deki Esas10 Burda AVM'nin yarı açık mekânında dış ortam ısı konforu incelenmiştir. Gündüz saatlerini kapsayan üç farklı dönemde, mikro iklim parametrelerinin ölçülmesi ve bireysel değerlendirme verilerinin toplanması amacıyla, eş zamanlı olarak 981 anket görüşmesi gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmasında elde edilen iklim parametreleri verileri, RayMan Pro yazılımına girilerek PET indeksi hesaplanmış ve bunun üzerinden dış mekân ısı konfor değerlendirmeleri yapılmıştır. Çalışmanın bir diğer aşamasında, anket görüşmelerinden elde edilen veriler SPSS paket programında analiz edilerek sonuçlar incelenmiştir. Böylece, objektif ve subjektif olmak üzere iki ayrı veri kümesi oluşturulmuş ve bu veriler zamansal karşılaştırmalar ve istatistiksel analizler yoluyla incelenmiştir. Bu bölümde, elde edilen bulgular doğrultusunda, ulaşılan temel sonuçlar ile gelecekteki çalışmalara yönelik öneriler sunulmaktadır. Üç aylık ölçüm sonuçları meteorolojik verilerle karşılaştırıldığında, yarı açık alanlardaki mikro iklimsel koşulların meteorolojiden alınan verilerle orantılı olarak değiştiği görülmektedir. Mikro iklim ölçüm sonuçları ile ölçüm yapılan günlerdeki meteorolojik veriler kıyaslandığında; sıcaklık (Ta) parametresi birbiri ile tutarlı ve çok fark göstermediği, ancak bağıl nem (RH) ve rüzgâr hızı (WS) parametrelerinin ölçüm lokasyonundaki sonuçlar ile meteorolojik veriler arasında oldukça fark olduğu görülmüştür. Öte yandan yarı açık alanda ölçülen mikro iklim parametrelerinden Ta (hava sıcaklığı), RH (bağıl nem), WS (rüzgâr hızı) ve Tmrt (ortalama radyan sıcaklık) incelendiğinde, ölçüm yapılan dönemler boyunca gün içerisinde belirgin farklar oluşmamaktadır. Gün boyunca mevsim normallerine kıyasla çok değişkenlik göstermeyen bu parametreler dış mekânlara göre daha kabul edilebilir düzeydedir. Bunların sonucu olarak yarı açık mekândaki üst örtünün tasarımı ve yarı açık alanı çevreleyen dış ortamla temasını sınırlayan yapı elemanlarının olması nedeniyle, dış mekânlarda ölçülen kontrol edilmesi zor olan iklim parametreleri yarı açık mekânlarda daha kabul edilebilir hale gelmektedir. Bu durum dış ısı konforun sağlanmasına yardımcı olmaktadır.

Ayrıca, sıcaklık (Ta) ve ortalama radyan sıcaklık (Tmrt) verileri karşılaştırıldığında, bu iki değişken benzer eğilimler sergilemektedir. Bununla birlikte, mevsim normallerine göre düşüş eğiliminde olan sonbahar aylarında ortalama radyan sıcaklık (Tmrt) değeri sıcaklık (Ta) değerinden daha düşük olmaktadır. Ortalama radyan sıcaklık (Tmrt) sabah saatlerinde

en düşük değerini almaktadır; bunun sebebi olarak gündüz ve gece arasında sıcaklık farkından kaynaklı yarı açık mekânlarda pasif soğuma gerçekleşmesi gösterilebilir.

Rüzgâr hızı (WS), yarı açık mekânlarda en az değişkenlik gösteren parametredir. Ölçülen verilere göre, günlük zaman dilimleri içerisinde rüzgâr hızının çok düşük olduğu görülmüştür. Sonbahar aylarında yarı açık mekânların rzgrdan en az etkilendiği söylenebilir.

Yarı açık alanlardaki mikro iklimsel parametreler ısıl konfor koşullarını doğrudan etkilemektedir. Bu ısıl koşullar kullanıcılar tarafından kişisel özelliklerine bağlı olarak farklı algılanabilir ve bunun sonucunda birey bulunduğu ortamın ısıl konfor düzeyini öznel bir biçimde algılamaktadır. Elde edilen bulgular, ısıl koşullara ilişkin öznel değerlendirmelerin, dönemsel olarak değişen iklimsel parametrelere bağlı olarak farklılık gösterebildiğini doğrulamaktadır.

Mikro iklimsel parametrelerin bir araya gelerek oluşturduğu ısıl koşullar, mekân içerisindeki bireyleri etkileyerek, algıladıkları sıcaklık düzeyini ve buna bağlı olarak hissettikleri konfor ya da konforsuzluk seviyesini oluşturmaktadır. Aynı ısıl koşullara maruz kalmalarına rağmen, bireyler kişisel özelliklerine, yaptıkları aktivite ve kıyafet yalıtım seviyelerine bağlı olarak ısıl durumu farklı algılayabilmektedirler. Kullanıcılar algıladıkları ısıl koşulları mevsim için normal bulup olumlu olarak değerlendirebilir, ısıl stres olarak algılayıp buna uyum sağlamaya çalışabilir ya da bu koşullar altında geçirdikleri süreleri mümkün olduğunca kısa tutabilirler. Memnuniyet düzeylerinden bağımsız olarak, bireyler bu beklentiler doğrultusunda iklimsel koşullara yönelik çeşitli tercihler oluşturmaktadır. Örneğin kullanıcılar serin hissedilen bir zaman aralığında rüzgâr hızının daha az olmasını tercih etmektedirler.

Bunun yanında bireylerin mikro iklimsel parametrelere maruz kaldığı süre değiştikçe, ortamdaki ısıl değerleri algılama şekillerinin değiştiği görülmüştür ve hissedilen ısıl duyum maruz kalınan süreye bağlı olarak farklılaşmaktadır.

Çalışmadan elde edilen bulgular yarı açık alanlardaki ısıl konfor değerlerinin, iklimsel koşullar ve kullanıcıya ait faktörlere bağlı olarak değişkenlik gösterdiğini ortaya koymaktadır. PET indeksi ve mikro iklimsel parametreler arasında yapılan doğrusal regresyon analizi ile özellikle hava sıcaklığı ( $T_a$ ) ve ortalama radyan ısı ( $T_{mrt}$ ) dış mekân

ısl konforunu etkileyen en önemli parametreler olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bununla birlikte yapılan doğrusal regresyon analizi ile dış mekân ısl konforunu en az etkileyen parametrenin rüzgâr hızı (WS) olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yarı açık dış mekân ısl konfor genel olarak karşılaştırıldığında, yarı açık alanlardaki ısl konfor seviyelerinin gün içinde zamansal olarak önemli ölçüde farklılaşmadığı görülmüştür. Dolayısıyla algılanan sıcaklık değeri değışiklik göstermemektedir. Bulgular yarı açık mekânlarda algılanan dış mekân ısl konforunun Alman Mühendisler Birliği'nin (VDI) 3787 numaralı kılavuzunun kabul ettiği PET indeksi değerine yakın olduğunu göstermektedir. Bunun sonucunda, dış ortamdaki kontrol edilmesi zor olan iklim parametrelerinin yarı açık alanlarda tasarımlarla kontrol edilebilir olduğu gösterilmektedir.

PET indeksi ile temel parametreler arasında yapılan regresyon analizinde, en yüksek ilişki gösteren parametrenin hava sıcaklığı ( $R^2 = 0,99$ ) ve ortalama radyan sıcaklık ( $R^2 = 0,80$ ) tespit edilmiştir. En az bağımlı değişkenin ise rüzgâr hızı ( $R^2 = 0,21$ ) olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen bulgular, yarı açık alan ziyaretçilerinin ısl algıları ve beklentilerinin, deneyimledikleri mikro iklim koşulları ile bireysel özelliklerine bağlı olarak benzerlikler veya farklılıklar gösterebileceğini ortaya koymaktadır.

Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Csa iklim kuşağında yer alan Balıkesir ilinde gerçeleştirilen bu araştırmada, dış mekân ısl konfor koşulları değerlendirilmiş olup, nötral PET değeri  $22.73^{\circ}\text{C}$ , nötral PET aralığı  $19.35^{\circ}\text{C} - 26.11^{\circ}\text{C}$  ve kabul edilebilir ısl konfor aralığı ise  $15.97^{\circ}\text{C} - 29.49^{\circ}\text{C}$  olarak belirlenmiştir.

Balıkesir ili için elde edilen dış mekân ısl konfor ölçeği, benzer çalışmaların bulgularıyla karşılaştırıldığında, ısl konfor değerlerinin ve aralıklarının, farklı iklim kuşakları ve coğrafi bölgeler doğrultusunda değerşkenlik gösterdiği gözlemlenmektedir. Çalışma kapsamında belirlenen Nötral PET sıcaklığı ( $22.73^{\circ}\text{C}$ ), Sidney ( $22.9^{\circ}\text{C}$ ), Tayçung ( $25.6^{\circ}\text{C}$ ), Kahire ( $27.4^{\circ}\text{C}$ ), Tel Aviv ( $23.9^{\circ}\text{C}$ ), şam ( $15.8^{\circ}\text{C}$ ), Roma ( $26.9^{\circ}\text{C}$ ), Atina ( $26.5^{\circ}\text{C}$ ) ve Dakka ( $24.6^{\circ}\text{C}$ ) gibi şehirlerde hesaplanan nötral PET sıcaklıkları ile kıyaslandığında, Balıkesir'de ısl denge sağlanan konfor sıcaklığının görece daha düşük olduğu anlaşılmaktadır. Bu durum, aynı iklim kuşağında yer alan kentlerin bile coğrafi özellikler doğrultusunda farklı konfor sıcaklıklarına sahip olabileceğini gösterirken, Balıkesir'deki bireylerin daha düşük sıcaklıklarda konforlu hissettiğine işaret etmektedir.

Çalışmanın yaz dönemi için hesaplanan ısı konfor aralığı (19.35-26.11°C PET), Sidney (21.5-24.0°C PET), Kahire (22-30°C PET) ve Dakka (29.5-32.5°C PET) şehirlerine ait aralıklarla değerlendirildiğinde, konfor sıcaklıkları arasındaki farkın Sidney’de 2.5°C, Kahire’de 8°C, Dakka’da 3°C ve Balıkesir’de 6.76°C olduğu belirlenmiştir. Elde edilen veriler, ısı konfor aralıklarının iklim kuşağına bağlı olarak farklılık gösterdiğini ve yüksek sıcaklık ile nemin etkili olduğu tropikal ve subtropikal bölgelerde bu aralığın daha dar olduğunu ortaya koymaktadır. Buna karşılık, nispeten düşük nem oranına sahip bölgelerde konfor aralığının daha genişlediği tespit edilmiştir. Geniş konfor aralıkları, söz konusu bölgelerde yaşayan bireylerin sıcaklık değişimlerine karşı daha az hassasiyet gösterdiğini göstermektedir. Ayrıca, Sidney’de yaz sıcaklıklarının yüksek olmasına rağmen, nötral PET aralığının düşük olduğu göz ardı edildiğinde, diğer şehirlerin maksimum konfor değerlerinin birbirine yakın olduğu, ancak minimum sıcaklık değerleri arasındaki farkın daha belirgin olduğu görülmektedir. Bu durum, farklı şehirlerde yaşayan bireylerin düşük sıcaklıklara karşı daha duyarlı olduklarını göstermektedir.

Öte yandan, çalışmada tespit edilen kabul edilebilir PET aralığı (15.97-29.49°C), benzer iklim kuşağında bulunan Tel Aviv (20-26°C) ve Atina (26-34°C) şehirlerindeki aralıklarla kıyaslandığında, Balıkesir’de üst ve alt sınırlar arasındaki farkın (13.4°C) daha fazla olduğu tespit edilmiştir. Bu veriler, Balıkesir’de yaşayan bireylerin yaz sıcaklıklarındaki değişimlere, diğer Akdeniz şehirlerinde yaşayan bireylere kıyasla daha fazla alışkın olduklarını ve daha geniş sıcaklık aralıklarına tolerans gösterebildiklerini ortaya koymaktadır.

Bu çalışma, yarı açık mekânlarda bulunan kullanıcıların ısı konfor algıları ile bu koşulları değerlendirme süreçleri arasındaki karmaşık ilişkileri ele almakta ve bölgeye özgü bir ısı konfor ölçeği sunmaktadır. Bu yönüyle araştırma, ülkemizde eş zamanlı olarak subjektif ve objektif verilerin toplanarak analiz edildiği sınırlı sayıda çalışmalardan biri olma niteliği taşımaktadır. Elde edilen bulgular, özellikle Balıkesir iline özgü olup, bölgeye yönelik mekânsal planlama ve tasarım süreçlerinde yol gösterici bir çerçeve sunmaktadır.

Kentsel mekân kullanımı ve kullanıcı konforu bağlamında, özellikle kent merkezlerinde karşılaşılan kentsel ısı adası etkisini azaltmak amacıyla yarı açık alanların planlanması ve tasarımında ısı konforun optimize edilmesi, ilerleyen araştırmalarda öncelikli bir konu olarak ele alınmalıdır. Bu kapsamda, yarı açık alanlardaki ısı konfor koşulları değerlendirilirken, yalnızca mikro ölçekte gerçekleştirilen nesnel analizlerle sınırlı

kalinmamalı, aynı zamanda kullanıcıların öznel deneyimleri de dikkate alınarak her iki veri kümesi bütüncül bir yaklaşımla ilişkilendirilmelidir. Zira ısı duyumu eşikleri, yerel ve bölgesel farklılıklara bağlı olarak değişkenlik göstermektedir. Bu nedenle, kullanıcı geri bildirimlerinden elde edilen bulgular doğrultusunda, bölgeye özgü ve gerçekçi ısı konforu ile tolerans aralıklarının oluşturulması mümkün olacaktır.

Bu doğrultuda geliştirilecek stratejik planlamalar ve sürdürülebilir kentsel politikalar sayesinde, yerel koşullara uygun uygulamalar hayata geçirilebilecek ve gerekli önlemler alınabilecektir. Böylece, ısı açısından daha konforlu ve kullanıcı dostu yarı açık mekânlar kent yaşamına kazandırılacak, bu alanların kullanım sıklığı artırılarak kentsel yaşam kalitesi iyileştirilecek ve kentsel dinamizm desteklenecektir. Aynı zamanda, bu yaklaşım kentlerin çevresel sorunlara karşı daha dirençli hâle gelmesine katkı sağlayarak, sürdürülebilir kentleşme süreçlerine önemli bir temel oluşturacaktır.

## KAYNAKLAR

- Abdel-Ghany, A.M., Al-Helal, I.M., Shady, M.R., (2013). Human thermal comfort and heat stress in an outdoor urban arid environment: *a case study*. *Adv. Meteorol.*
- Ahrens, C. D. (2009). *Meteorology Today: An Introduction to Weather, Climate, and the Environment*. Emeritus, Modesto Junior College. 9th Edition.
- Ali-Toudert, F., & Mayer, H. (2007). Effects of asymmetry, galleries, overhanging facades and vegetation on thermal comfort in urban street canyons. *Solar Energy*, 81(6), 742-754. doi: 10.1016/j.solener.2006.10.007
- Alkhoudiri, A., Navarro, I., Fort, J. M., Alumran, S. (2022). Parametric comparative analysis of outdoor thermal comfort in a desert climate: A case study of single-family houses in Riyadh. *Urban Clim.* 46 101300.
- Arendt, K., & Krzaczek, M. (2016). *Indoor Thermal Comfort Modeling and Simulation Using Computational Fluid Dynamics*. Wydział Inżynierii Lądowej i Środowiska, Politechnika Gdańska, ul. G. Narutowicza 11/12, 80-233 Gdańsk, Polska. ISBN 978-83-60261-44-6
- ASHRAE Standard-55. (2004). *Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta, GA: ANSI/ASHRAE Standard.
- ASHRAE Standard-55. (2010). *Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta, GA: ANSI/ASHRAE Standard.
- ASHRAE Standard-55. (2013). *Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta, GA: ANSI/ASHRAE Standard.
- ASHRAE Standard-55. (2017). *Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta, GA: ANSI/ASHRAE Standard. *ASHRAE Transactions*, 88(1), 1049-1061
- ASHRAE. (1992). *Thermal environmental conditions for human occupancy*. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ANSI/ASHRAE) Standards
- ASHRAE. (2001). *Handbook of Fundamentals*. Atlanta, GA: American Society of Heating, Refrigeration and Air-Conditioning Engineers. *Atmospheric Environment*, 30(3), 455-465. doi: 10.1016/1352-

- Auliciems, A., & Szokolay, S. V. (2007). *Thermal Comfort. Passive and Low Energy Architecture International (PLEA). DESIGN TOOLS AND TECHNIQUES.* ISBN 0 86776 729 4.
- Baker, N., & Standeven, M. (1996). Thermal comfort for free-running buildings. *Energy and Buildings*, 23(3), 175-182. doi: 10.1016/0378- 7788(95)00942-6.
- Blazejczyk, K., Broede, P., Fiala, D., Havenith, G., Holmér, I., Jendritzky, G., Kampmann, B., & Kunert, A. (2010). Principles of the new universal thermal climate index (UTCI) and its application to bioclimatic research in European scale. *Miscellanea Geographica*, 14, 91–102. doi:/10.2478/mgrsd-2010-0009
- Błażejczyk, K., Jendritzky, G. (2013). An introduction to the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Geographia Polonica Journal*. Vol. 86, Issue 1, P. 5- 9. doi:10.7163/GPol.2013.1.
- Blazejczyk, K., Nilsson, H., & Holmér, I. (1993). Solar heat load on man: Review of different methods of estimation. *International Journal of Biometeorology*, 37, 125-132. doi: 10.1007/BF01212621.
- Brager, G. S., & de Dear, R. J. (1998). Thermal adaptation in the built environment: a literature review. *Energy and Buildings*, 27(1), 83-96. doi: 10.1016/S0378-7788(97)00053-4.
- Brimicombe, C. R. (2023) *Too Hot To Handle: The Global Impact of Extreme Heat, University of Reading.*
- Bruse, M., & Fleer, H. (1998). Simulating surface–plant–air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model. *Environmental Modelling & Software*, 13(3-4), 373-384. doi: 10.1016/S1364-8152(98)00042-5.
- Burton, I., Ebi, K.L., McGregor, G., (2009). Biometeorology for adaptation to climate variability and change. *Biometeorol. Adapt. to Clim. Var. Chang* 1–5.
- 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, 212-224. doi: 10.1016/j.buildenv.2018.11.008.
- Canan, F., Golasi, I., Falasca, S., & Salata, F. (2020). Outdoor thermal perception and comfort conditions in the Köppen-Geiger climate category BSk. One-year field survey and measurement campaign in Konya, Turkey. *Science of the Total Environment*, 738, 140-295. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.140295.

- Cena, K., & de Dear, R. (2001). Thermal comfort and behavioural strategies in office buildings located in a hot-arid climate. *Journal of Thermal Biology*, 26(4-5), 409-14. doi: 10.1016/S0306-4565(01)00052-3.
- Chappells, H., & Shove, E. (2005). Debating the future of comfort: Environmental sustainability, energy consumption and the indoor environment. *Building Research & Information*, 33(1), 32-40. doi: 10.1080/0961321042000322762.
- Charalampopoulos, I., & Tsiros, I. (2017). A preliminary study on the effect of rainfall events on human thermal comfort under hot weather conditions. *Perspectives on Atmospheric Sciences*, 329-334. doi: 10.1007/978-3-319-35095-0\_46.
- Chen, L., Ng, E. (2012) Outdoor thermal comfort and outdoor activities: A review of research in the past decade. *Cities* 29 118–125.
- Cohen, P., Potchter, O., & Matzarakis, A. (2013). Human thermal perception of Coastal Mediterranean outdoor urban environments. *Applied Geography*, 37, 1-10. doi: 10.1016/j.apgeog.2012.11.001.
- Coventry, P. A., Brown, J. E., Pervin, J., Brabyn, S., Pateman, R., Breedvelt, J., Gilbody, S., Stancliffe, R., McEachan, R., White, P. L. (2021). Nature-based outdoor activities for mental and physical health: Systematic review and meta-analysis. *SSM-Popul. Health* 16 100934
- De Freitas, C. R., & Grigorieva, E. A. (2016). A comparison and appraisal of a comprehensive range of human thermal climate indices. *International journal of biometeorology*, 61, pp. 487-512. doi: 10.1007/s00484-016-1228-6.
- Deevi, B., Chundeli, F. A. (2020). Quantitative outdoor thermal comfort assessment of street: A case in a warm and humid climate of India. *Urban Clim.* 34 100718, <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2020.100718>.
- Dijst, M., Worrell, E., Bocker, L., Brunner, P., Davoudi, S., Geertman, S. ... Zeyringer, M. (2018). Exploring urban metabolism—Towards an interdisciplinary perspective. *Resources, Conservation and Recycling*, 132(September 2017), 190–203. doi:10.1016/j.resconrec.2017.09.014
- Dimoudi, A., & Nikolopoulou, M. (2003). Vegetation in the urban environment: microclimatic analysis and benefits. *Energy and Buildings*, 35(1), 69-
- Djekic, J., Djukic, A., Vukmirovic, M., Djekic, P., & Brankovic, M. D. (2018). Thermal comfort of pedestrian spaces and the influence of pavement materials on warming up during summer. *Energy and Buildings*, 159, 474-485. doi:

- 10.1016/j.enbuild.2017.11.004.
- Dursun, D., & Yavaş, M. (2018). Microclimate analysis of different urban forms in cold climates and the effect of thermal comfort. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences*, 42, 155-160. doi: 10.5194/isprs-archives-XLII-
- Dursun, D., Yavaş, M., & Yılmaz, S. (2020). Microclimate Assessment of Design Proposals for Public Space in Cold Climate Zone: Case of Yakutiye Square. *Megaron*, 15(2), 321-331. doi: 10.14744/MEGARON.2020.15985
- EN ISO 10551. (1995). *Ergonomics of the thermal environment -- Assessment of the influence of the thermal environment using subjective judgement scales*.
- Fahed, J., Kinab, E., Ginestet, S., Adolphe, L. (2020). Impact of urban heat island mitigation measures on microclimate and pedestrian comfort in a dense urban district of Lebanon, *Sustain. Cities Soc.* 61 102375
- Fang, Z., Feng, X., Liu, J., Lin, Z., Mak, C. M., Niu, J., Tse, K. T., Xu, X. (2019). Investigation into the differences among several outdoor thermal comfort indices against field survey in subtropics. *Sustain. Cities Soc.* 44 676–690.
- Fanger, P. O. (1970). *Thermal comfort*. Copenhagen, Denmark: Danish Technical Press.
- Fanger, P. O. (1977). *Thermal Comfort in Indoor Environments*. BW Mangum & JE Hill (Eds.) *Thermal Analysis – Human Comfort – Indoor Environments* (pp. 3-17). NBS Special Publication.
- Fanger, P. O., & Langkilde, G. (1975). Interindividual differences in ambient temperatures preferred by seated persons. *ASHRAE Transactions*, 81, 140-147.
- Fei, W., Zhao, S., (2019). Urban land expansion in China's six megacities from 1978 to 2015, *Sci. Total Environ.* 664 60–71.
- Fiala, D., Lomas, K. J., & Stohrer, M. (2001). Computer prediction of human thermoregulatory and temperature responses to a wide range of environmental conditions. *International Journal of Biometeorology*, 45, 143-159. doi: 10.1007/s004840100099.
- Foda, E., & Siren, K. (2011). A new approach using the Pierce two-node model for different body parts. *International Journal of Biometeorology*, 55, 519-
- Forwood, B., Hayman, S., & Tadepalli, S. (2001). Thermal comfort in urban open spaces. RJ de Dear, JD Kalma, TR Oke, A Auliciems (Eds.) *Biometeorology and Urban*

- Climatology at the turn of the millennium: A selection of papers from the International Conference on Urban Climatology and the International Congress on Biometeorology (ICB ICUC'99)*. Vol. WCASP-50, WMO/TD-No.1026, Geneva: World
- Froehlich, D., Matzarakis, A. (2015). Estimation of human-biometeorological conditions in south west Germany for the assessment of mitigation and adaptation potential. *Conf. Proc. 9th Int. Conf. Urban Clim.*
- Fröhlich, D.; Matzarakis, A. (2020) Calculating human thermal comfort and thermal stress in the PALM model system 6.0. *Geosci. Model Dev.*, 13, 3055–3065, doi:10.5194/gmd-13-3055-2020.
- Gagge, A. P. & Nevins, R. G. (1986). Effect of Energy Conservation Guidelines on Comfort, Acceptability and Health, Report to FEA, Pierce Foundation Laboratory.
- Gagge, A. P., Stolwijk, J. A. J., & Hardy, J. D. (1967). Comfort and thermal sensations and associated physiological responses at various ambient temperatures. *Environmental Research*, 1(1), 1-20. doi: 10.1016/0013-9351(67)90002-3.
- Givoni, B. (1998). Climate considerations in building and urban design. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Givoni, B., Noguchi, M., Saaroni, H., Pochter, O., Yaacov, Y., Feller, N., & Becker, S. (2003). Outdoor comfort research issues. *Energy and Buildings*, 35(1), 77-86. doi: 10.1016/S0378-7788(02)00082-8.
- Green, G. H. (1982). Positive and negative effects of building humidification.
- Gulyás, Á., Unger, J., & Matzarakis, A. (2006). Assessment of the microclimatic and human comfort conditions in a complex urban environment: modelling and measurements. *Building and Environment*, 41(12), 1713-1722. doi: 10.1016/j.buildenv.2005.07.001.
- Gwosdow, A. R., Stevens, J. C., Berglund, L. G., & Stolwijk, J. A. J. (1986). Skin friction and fabric sensations in neutral and warm environments. *Textile Research Journal*, 56(9), 574-580. doi: 10.1177/004051758605600909.
- Handley, J., & Carter, J. (2006). Adaptation strategies for climate change in the urban environment. *ASCCUE Draft final report to the National Steering Group, Centre for Urban and Regional Ecology, University of Manchester, Manchester*.
- Havenith, G. (2001). Temperature regulation and technology. *Gerontech Journal*,

- He, X., Gao, W., Wang, R., Yan, D. (2023). Study on outdoor thermal comfort of factory areas during winter in hot summer and cold winter zone of China. *Build. Environ.* 228 109883.
- Höppe, P. (1988). Comfort requirements in indoor climate. *Energy and Buildings*, 11(1-3), 249-257. doi: 10.1016/0378-7788(88)90040-0.
- Höppe, P. (1999). The physiological equivalent temperature – a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, 43, 71-75. doi: 10.1007/s004840050118
- Höppe, P. (2002). Different aspects of assessing indoor and outdoor thermal comfort. *Energy and Buildings*, 34(6), 661-665. doi: 10.1016/S0378-7788(02)00017-8.
- Huang, H., Peng, M. (2020). The outdoor thermal comfort of urban square: A field study in a cold season in Chongqing, in: IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, IOP Publishing, 2020, p. 012215
- Huizenga, C., Hui, Z., & Arens, E. (2001). A model of human physiology and comfort for assessing complex thermal environments. *Building and Environment*, 36(6), 691-699. doi: 10.1016/S0360-1323(00)00061-5. *Human Ecology*, 2, 127-147. doi: 10.1007/BF01558117.
- Humphreys, M. (1978). Outdoor temperatures and comfort indoors. *Batiment International, Building Research and Practice*, 6(2), 92-92. doi: 10.1080/09613217808550656.
- Humphreys, M. A. (1976). Field studies of thermal comfort compared and applied
- Hwang, R. L., & Chen, C. P. (2010). Field study on behaviors and adaptation of elderly people and their thermal comfort requirements in residential environments. *Indoor Air*, 20(3), 235-245. doi: 10.1111/j.1600-0668.2010.00649.x.
- ISO 7726. (1998). *Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities*, International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO 7730. (1994). *Ergonomics of the thermal Environment — Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD indices and local thermal comfort criteria*, International Organization for Standardization, Geneva.
- ISO 7730. (2005). *Ergonomics of the thermal environment - Analytical determination and interpretation of thermal comfort using calculation of the PMV and PPD*

*indices and local thermal comfort criteria*, International Organization for Standardization, Geneva.

- Jareemit, D., Srivanit, M. (2022) A comparative study of cooling performance and thermal comfort under street market shades and tree canopies in tropical savanna climate, *Sustainability* 14 4653.
- Jendritzky, G., Dear R.D., Havenith, G. (2012). UTCI—Why another thermal index? *Int. J. Biometeorol.* 56 421–428, doi:10.1007/s00484-011-0513-7.
- Karjalainen, S. (2007). Gender differences in thermal comfort and use of thermostats in everyday thermal environments. *Building and Environment*, 42(4), 1594-1603. doi: 10.1016/j.buildenv.2006.01.009.
- Ketterer, C., & Matzarakis, A. (2014). Human-biometeorological assessment of heat stress reduction by replanning measures in Stuttgart, Germany. *Landscape and Urban Planning*, 122, 78-88. doi: 10.1016/j.landurbplan.2013.11.003.
- Konstas, S., Kalogiannidis, S. (2022). A conceptual forecasting analysis of international trade aspects based on globalization impact issues, *Internat. J. Sci. Res. Manage.* 10 2881–2887.
- Krüger, E. L., & Rossi, F. A. (2011). Effect of personal and microclimatic variables on observed thermal sensation from a field study in southern Brazil. *Building and Environment*, 46(3), 690-697. doi: 10.1016/j.buildenv.2010.09.013.
- Krüger, E. L., Minella, F. O., & Matzarakis, A. (2014). Comparison of different methods of estimating the mean radiant temperature in outdoor thermal comfort studies. *International Journal of Biometeorology*, 58, 1727- 1737. doi: 10.1007/s00484-013-0777-1.
- Krüger, E. L., Minella, F. O., & Rasia, F. (2011). Impact of urban geometry on outdoor thermal comfort and air quality from field measurements in Curitiba, Brazil. *Building and Environment*, 46(3), 621-634. doi: 10.1016/j.buildenv.2010.09.006.
- Krüger, E., & Givoni, B. (2007). Outdoor measurements and temperature comparisons of seven monitoring stations: Preliminary studies in Curitiba, Brazil. *Building and Environment*, 42(4), 1685-1698. doi: 10.1016/j.buildenv.2006.02.019.

- Krüger, E., Drach, P., Emmanuel, R., & Corbella, O. (2013). Urban heat island and differences in outdoor comfort levels in Glasgow, UK. *Theoretical and Applied Climatology*, 112, 127-141. doi: 10.1007/s00704-012-0724-9.
- Kumar, P., Sharma, A., (2020). Study on importance, procedure, and scope of outdoor thermal comfort—A review, *Sustain. Cities Soc.* 61 (2020) 102297
- Kyle, W. (1994) The Human Bioclimate of Hong Kong. In: Brazdil, R. and Kolar, M., Eds., Contemporary Climatology, Proceedings of COC/IGU Meeting, 15-20 August 1994, Masaryk University, Brno, 345-350.
- Lau, K. K. L., Choi, C. Y. (2021). The influence of perceived aesthetic and acoustic quality on outdoor thermal comfort in urban environment. *Build. Environ.* 206 108333.
- Leech, J. A., Burnett, R., Nelson, W., Aaron, S. D., & Raizenne, M. (2000). Outdoor air pollution epidemiologic studies. *American Journal of Respiration and Critical Care Medicine*, 161(3), A308.
- Li, K., Zhang, Y., Zhao, L. (2016). Outdoor thermal comfort and activities in the urban residential community in a humid subtropical area of China. *Energ. Build.* 133 498–511.
- Lin, T. P. (2009). Thermal perception, adaptation and attendance in a public square in hot and humid regions. *Building and Environment*, 44(10), 2017-2026. doi: 10.1016/j.buildenv.2009.02.004.
- Lin, T. P., & Matzarakis, A. (2008). Tourism climate and thermal comfort in Sun Moon Lake, Taiwan. *International Journal of Biometeorology*, 52, 281-
- Lin, T. P., de Dear, R., & Hwang, R. L. (2011). Effect of thermal adaptation on seasonal outdoor thermal comfort. *International Journal of Climatology*, 31(2), 302-312. doi: 10.1002/joc.2120.
- Liu, M., Zhai, Y., Qiu, X., Xie, X., Liu, Z., Zhu, L., Lei, Y., Li, Z. (2023). Air-conditioning usage behaviour of the elderly in caring home during the extremely hot summer period: an evidence in Chongqing. *Build. Environ.* 244 110828.
- Liu, Y., Fan, J., Xie, S., Chen, S. (2024). Study on the spatial and temporal distribution of thermal comfort and its influencing factors in urban parks, *Atmos.* 15 183.
- Lowry, W.P. (1967). *Weather and Life: An Introduction to Biometeorology.*
- Lstiburek, J. (2002). Systems Engineering Approach to Development of Advanced Residential Buildings - Relative Humidity, *Indoor Air Conference, 23rd*, Austin, Texas : April, 2002.

- Mahdavinejad, M., Shaeri, J., Nezami, A., Goharian, A. (2024) Comparing universal thermal climate index (UTCI) with selected thermal indices to evaluate outdoor thermal comfort in traditional courtyards with BWh climate, *Urban Clim.* 54 101839.
- Mahmoud, A. H. A. (2011). Analysis of the microclimatic and human comfort conditions in an urban park in hot and arid regions. *Building and Environment*, 46(12), 2641-2656. doi: 10.1016/j.buildenv.2011.06.025
- Manavvi, S., Rajasekar, E. (2022). Evaluating outdoor thermal comfort in urban open spaces in a humid subtropical climate: Chandigarh, India. *Build. Environ.*, 209 108659.
- Matzarakis, A. (2001). *Die thermische Komponente des Stadtklimas* (Doctoral dissertation). Habilitationsschrift, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.
- Matzarakis, A., & Nastos, P. (2011). Analysis of tourism potential for Crete Island, Greece. *Global Nest Journal*, 13(2), 141-149.
- Matzarakis, A., Mayer, H. (1996). Another kind of environmental stress: thermal stress. WHO newsletter, 18, 7-10.
- Matzarakis, A., Mayer, H., & Iziomon, M. G. (1999). Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, 43, 76-84. doi: 10.1007/s004840050119.
- Matzarakis, A., Muthers, S., Rutz, F. (2014). Application and comparison of UTCI and PET in temperate climate conditions. *Finisterra Journal*. Vol. 48, No. 98, S. 21-24, 29, 30. doi:10.18055/Finis6453.
- Matzarakis, A., Rutz, F., & Mayer, H. (2007). Modelling radiation fluxes in simple and complex environments—application of the RayMan model. *International Journal of Biometeorology*, 51, 323-334. doi: 10.1007/s00484-006-0061-8.
- Matzarakis, A., Rutz, F., & Mayer, H. (2010). Modelling radiation fluxes in simple and complex environments: basics of the RayMan model. *International Journal of Biometeorology*, 54, 131-139. doi: 10.1007/s00484-009-0261-0.
- Mayer, E. (1993). Objective criteria for thermal comfort. *Building and Environment*.
- Mayer, H., & Höpfe, P. (1987). Thermal comfort of man in different urban environments. *Theoretical and Applied Climatology*, 38, 43-49. doi: 10.1007/BF00866252.

- Mayer, H., Matzarakis, A. (1998). Human-biometeorological assessment of urban microclimates' thermal component. 155-168. Retrieved from [http://www.lib.kobe-u.ac.jp/handle\\_kernel/00044728](http://www.lib.kobe-u.ac.jp/handle_kernel/00044728)
- Nagara, K., Shimoda, Y., & Mizuno, M. (1996). Evaluation of the thermal environment in an outdoor pedestrian space. *Atmospheric Environment*, 30(3), 497-505. doi: 10.1016/1352-2310(94)00354-8.
- Nicol, J. F., & Humphreys, M. A. (2002). Adaptive thermal comfort and sustainable thermal standards for buildings. *Energy and Buildings*, 34(6), 563-572. doi: 10.1016/S0378-7788(02)00006-3.
- Nikolopoulou, M., & Lykoudis, S. (2006). Thermal comfort in outdoor urban spaces: analysis across different European countries. *Building and Environment*, 41(11), 1455-1470. doi: 10.1016/j.buildenv.2005.05.031.
- Nikolopoulou, M., & Steemers, K. (2003). Thermal comfort and psychological adaptation as a guide for designing urban spaces. *Energy and Buildings*, 35(1), 95-101. doi: 10.1016/S0378-7788(02)00084-1.
- Nikolopoulou, M., Baker, N., & Steemers, K. (1999). Thermal comfort in urban spaces: different forms of adaptation. *Proceedings of the REBUILD International Conference: The Cities of Tomorrow*. Barcelona, Spain: University of Cambridge.
- Nikolopoulou, M., Baker, N., & Steemers, K. (2001). Thermal comfort in outdoor urban spaces: understanding the human parameter. *Solar Energy*, 70(3), 227-235. doi: 10.1016/S0038-092X(00)00093-1.
- Nikolopoulou, M., Lykoudis, S., & Kikira, M. (2004). Thermal Comfort Models for Open Urban Spaces. M Nikolopoulou (Ed.) *Designing Open Spaces in the Urban Environment: a Bioclimatic Approach* (pp. 2-6). Rediscovering the Urban Realm and Open Spaces
- Ochoa, J., Marincic, I., & Villa, H. (2006). Designing outdoor spaces with COMFORT-EX, International Workshop on Energy Performance and Environmental Quality of Buildings, Milos island, Greece : July, 2006.
- Oke, T. R. (1987). *Boundary Layer Climates*. Routledge.
- Olesen, B. W., & Fanger, P. O. (1973). The skin temperature distribution for resting man in comfort. *Archives des Sciences Physiologiques*, 27(4), 385-393. PMID: 4807393.
- Olgay, V. (1963). *Design with Climate*. Princeton University Press, Princeton, NJ.

- Park, C. Y., Lee, D. K., Asawa, T., Murakami, A., Kim, H. G., Lee, M. K., & Lee, Park, M., Hagishima, A., Tanimoto, J., & Narita, K. I. (2012). Effect of urban vegetation on outdoor thermal environment: Field measurement at a scale model site. *Building and Environment*, *56*, 38-46. doi: 10.1016/j.buildenv.2012.02.015.
- Parsons, K. (2014). Human Thermal Environments: the Effects of Hot, Moderate, and Cold Environments on Human Health, *Comfort, and Performance*, CRC Press, Inc.,
- Parsons, K. C. (2002). The effects of gender, acclimation state, the opportunity to adjust clothing and physical disability on requirements for thermal comfort. *Energy and Buildings*, *34*(6), 593-599. doi: 10.1016/S0378- 7788(02)00009-9.
- Perini, K., & Magliocco, A. (2014). Effects of vegetation, urban density, building height, and atmospheric conditions on local temperatures and thermal comfort. *Urban Forestry & Urban Greening*, *13*(3), 495-506. doi: 10.1016/j.ufug.2014.03.003.
- Pigliautile, I., D'Eramo, S., & Pisello, A. L. (2021). Intra-urban microclimate mapping for citizens' wellbeing: Novel wearable sensing techniques and automatized data-processing. *Journal of Cleaner Production*, *279*. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123748>
- Potchter, O., Cohen, P., Lin, T. P., & Matzarakis, A. (2022). A systematic review advocating a framework and benchmarks for assessing outdoor human thermal perception. *Science of the Total Environment*, *833*, 155128. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2022.155128
- Salata, F., Golasi, I., Ciancio, V., & Rosso, F. (2016). Dressed for the season: Clothing and outdoor thermal comfort in the Mediterranean population. *Building and Environment*, *146*, 50-63. doi: 10.1016/j.buildenv.2018.09.041.
- Santamouris, M., Synnefa, A., & Karlessi, T. (2011). Using advanced cool materials in the urban built environment to mitigate heat islands and improve thermal comfort conditions. *Solar Energy*, *85*(12), 3085-3102. doi: 10.1016/j.solener.2010.12.023.
- Sharmin, T., Steemers, K., & Humphreys, M. (2019). Outdoor thermal comfort and summer PET range: A field study in tropical city Dhaka. *Energy and Buildings*, *198*, 149-159. doi: 10.1016/j.enbuild.2019.05.064.
- Siple, P., Passel, C. F. (1945). Measurements of Dry Atmospheric Cooling in Subfreezing Temperatures. *Proceedings of the American Philosophical Society*, *89*, 177-199.

- Sözen, İ., & Oral, G. K. (2019). Outdoor thermal comfort in urban canyon and courtyard in hot arid climate: A parametric study based on the vernacular settlement of Mardin. *Sustainable Cities and Society*, 48, 101398. doi: 10.1016/j.scs.2018.12.026.
- Spagnolo, J., & De Dear, R. (2003). A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in subtropical Sydney Australia. *Building and Environment*, 38(5), 721-738. doi:10.1016/S0360-1323(02)00209-
- Staiger, D. and Stock, J.H. (1997) Instrumental variables regression with weak instruments. *Econometrica*, 65, 557-586. <http://dx.doi.org/10.2307/2171753>
- Su, Y., Wang, C., Li, Z., Meng, Q., Gong, A., Wu, Z., Zhao, Q. (2024). Summer outdoor thermal comfort assessment in city squares—A case study of cold dry winter, hot summer climate zone, *Sustain. Cities Soc.* 101 105062.
- Talebsafa, S., Taheri Shahraeini, M., Yang, X., Rabiei, M. (2023). Impact of providing shade on outdoor thermal comfort during hot season: a case study of a university campus in cold semi-arid climate. *Renew. Energy Res. Appl.* 4 209–224.
- Taleghani, M., & Berardi, U. (2018). The effect of pavement characteristics on pedestrians' thermal comfort in Toronto. *Urban Climate*, 24, 449-459. doi: 10.1016/j.uclim.2017.05.007.
- Taleghani, M., Kleerekoper, L., Tenpierik, M., Van Den Dobbelsteen, A. (2015). Outdoor thermal comfort within five different urban forms in the Netherlands, *Build. Environ*, 83 65–78.
- Taleghani, M. (2018). Outdoor thermal comfort by different heat mitigation strategies-A review, *Renew. Sustain. Energy Rev.* 81 2011–2018.
- Thorsson, S., Honjo, T., Lindberg, F., Eliasson, I., & Lim, E. M. (2007). Thermal comfort and outdoor activity in Japanese urban public places. *Environment and Behavior*, 39(5), 660-684. doi: 10.1177/0013916506294937.
- Toy, S., Aytaç, A. S., & Kántor, N. (2018). Human biometeorological analysis of the thermal conditions of the hot Turkish city of Şanlıurfa. *Theoretical and Applied Climatology*, 131, 611-623. doi: 10.1007/s00704-016-1995-3. *tropics. Landscape and Urban Planning*, 138, 99-109. doi: 10.1016/j.landurbplan.2015.02.008.
- Tseliou, A., & Tsiros, I. X. (2016). Modeling urban microclimate to ameliorate thermal sensation conditions in outdoor areas in Athens (Greece). *Building Simulation*, 9, 251-267. doi: 10.1007/s12273-016-0270-y.

- Tseliou, A., Tsiros, I. X., & Nikolopoulou, M. (2017). Seasonal differences in thermal sensation in the outdoor urban environment of Mediterranean climates—the example of Athens, Greece. *International Journal of Biometeorology*, *61*, 1191-1208. Doi: 10.1007/s00484-016-1298-5.
- Tseliou, A., Tsiros, I. X., Lykoudis, S., & Nikolopoulou, M. (2010). An evaluation of three biometeorological indices for human thermal comfort in urban outdoor areas under real climatic conditions. *Building and Environment*, *45*(5), 1346-1352. doi: 10.1016/j.buildenv.2009.11.009.
- VDI. (1998). *Methods for the human-biometeorological evaluation of climate and air quality for urban and regional planning. Part I: Climate. VDI guideline 3787. Part 2*. Beuth, Berlin.
- Wai, K. M., Yuan, C., Lai, A., Peter, K. N. (2020). Relationship between pedestrian-level outdoor thermal comfort and building morphology in a high-density city. *Sci. Total Environ.* 708 134516.
- Wilson, E., Nicol, F., Nanayakkara, L., & Ueberjahn-Tritta, A. (2008). Public urban open space and human thermal comfort: The implications of alternative climate change and socio-economic scenarios. *Journal of Environmental Policy and Planning*, *10*(1), 31-45. doi: 10.1080/15239080701652615.
- Xia, C., Yeh, A. G. O., Zhang, A. (2020). Analyzing spatial relationships between urban land use intensity and urban vitality at street block level: A case study of five Chinese megacities, *Landsc. Urban Plan.* 193 103669.
- Xie, H., Li, J., Cai, Y. (2024). Optimization of external environment design for libraries in hot and dry regions during summer, *Sustainability* 16 743
- Yahia, M. W., & Johansson, E. (2013). Evaluating the behaviour of different thermal indices by investigating various outdoor urban environments in the hot dry city of Damascus, Syria. *International Journal of Biometeorology*, *57*, 615-630. doi: 10.1007/s00484-012-0589-8
- Yang, W., Wong, N. H., Jusuf, S. K. (2013). Thermal comfort in outdoor urban spaces in Singapore. *Build. Environ.* 59 426–435.
- Yilmaz, S., Mutlu, B. E., Aksu, A., Mutlu, E., & Qaid, A. (2021). Street design scenarios using vegetation for sustainable thermal comfort in Erzurum, Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*, 3672- 3693. Doi: 10.1007/s11356-020-10555-z.

- Yılmaz, S., Mutlu, E., & Yılmaz, H. (2018). Quantification of thermal comfort based on different street orientation in winter months of urban city Dadaşkent. *Acta Horticulturae*, 1215,67-72. doi:10.17660/ActaHortic.2018.1215.12.
- Yuan,T., Hong,B., Qu,H., Liu, A., Zheng, Y. (2023). Outdoor thermal comfort in urban and rural open spaces: A comparative study in China’s cold region, *Urban Clim.* 49 101501.
- Zhang, H., Huizenga, C., Arens, E., & Wang, D. (2004). Thermal sensation and comfort in transient non-uniform thermal environments. *European Journal of Applied Physiology*, 92, 728-733. doi: 10.1007/s00421-004-
- Zhang,S., Zhang, X., Niu D., Fang, Z., Chang, H., Lin, Z. (2023) Physiological equivalent temperature-based and universal thermal climate index-based adaptive-rational outdoor thermal comfort models, *Build. Environ.* 228

- Url-1** <<https://www.mgm.gov.tr/genel/sss.aspx?s=hissedilensicaklik>>, erişim tarihi: 04.11.2022.
- Url-2** <<https://balikesir.ktb.gov.tr/tr-65836/fiziki-ozellikler.html>>, erişim tarihi: 20.11.2024.
- Url-3** <<https://balikesir.ktb.gov.tr/TR-65837/iklim.html>>, erişim tarihi: 20.11.2024.
- Url-4** <[https://www.mgm.gov.tr/files/iklim/iklim\\_siniflandirmalari/koppen.pdf](https://www.mgm.gov.tr/files/iklim/iklim_siniflandirmalari/koppen.pdf)>, erişim tarihi: 20.11.2024.
- Url-5** <<https://www.mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik>>, erişim tarihi: 20.11.2024.
- Url-6** <<https://www.meteoblue.com/tr/hava/historyclimate/climatemodelled>>, erişim tarihi: 20.11.2024.
- Url-7** <<https://www.meteoblue.com/tr/hava/archive/export?daterange>>, erişim tarihi: 28.11.2024
- Url-8** < <https://www.testteknik.com/wp-content/uploads/2020/05/testo-40-PMV-PPD-%C3%96%C3%A7%C3%BCm%C3%BC.pdf>>, erişim tarihi: 12.01.2024
- Url-9** <<https://www.csgb.gov.tr/media/80071/ısı1-konfor-sunum-haziran-2021.pdf>>, erişim tarihi: 12.01.2024

# **EKLER**

## **EKLER**

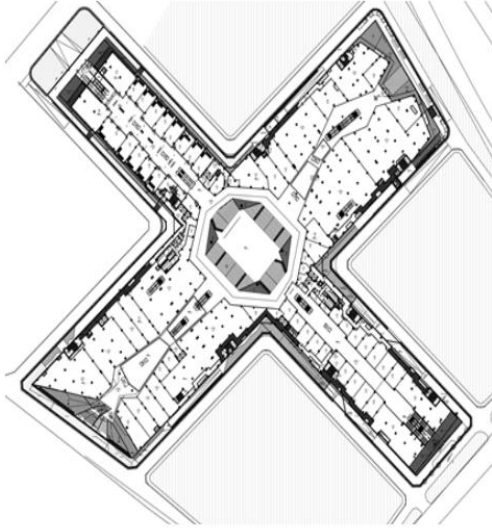
EK A: Dış Mekân Isıl Konfor Anketi Görüntüsü



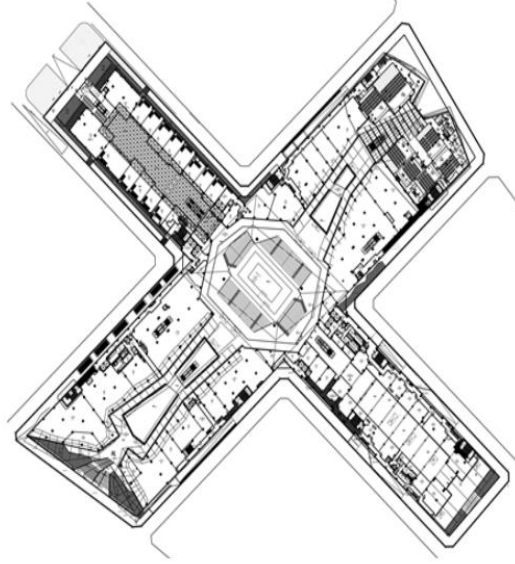
## BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Bu anket çalışması ‘Yarı Açık Mekanlarda Dış Isıl Konfor Şartlarının Değerlendirilmesi: Balıkesir Esas10 Burda Avm Örneği’ başlıklı yüksek lisans tez çalışması için hazırlanmıştır. Ankete vereceğiniz doğru bilgi ve görüşleriniz yarı açık mekanlardaki ısı konfor koşullarının belirlenmesine önemli katkı sağlayacaktır. Bu çalışma şuan bulunduğunuz mekanın ısı konforunu ölçmek için hazırlanmıştır. Bu ankette toplamda 11 soru sorulmuştur. Lütfen aşağıdaki tüm sorular için kendinize en uygun cevabı işaretleyiniz.

**Alışveriş merkezinde anketi cevaplayan kişinin açık alanda bulunduğu konumu işaretleyiniz.**



Esas10Burda AVM Zemin Kat Planı



Esas10Burda AVM Üst Kat Planı

1. Cinsiyet:  Kadın  Erkek
2. Yaş: a) 12-18 b) 18-24 c) 24-35 d) 35-50 e) 50-80 f) 80 ve üstü
3. Boy(cm): Kilo(kg):
4. Alışveriş merkezinde dış ortamda ne kadar zamandır bulunmaktasınız?
  - a. 0-5 dk
  - b. 5-10 dk
  - c. 10-30 dk
  - d. 30-60 dk
  - e. 60dk'dan daha fazla
5. Son 15 dakikada, klimalı kapalı bir mekanda buldunuz mu?
  - a) Evet
  - b) Hayır

Şekil A.1: Dış mekân ısı konfor anketi sayfa no:1

**6. En son alışveriş merkezinde yaptığınız aktivite nedir?**

- Sakin bir biçimde oturma
- Bir şeyler yiyip içme
- Ayakta hareketsiz durma
- Hafif yürüyüş halinde ilerleme
- Koşarak ilerleme

**7. Üzerinizde ki kıyafetlere en yakın olanı seçiniz. Birden fazla seçenek işaretleyebilirsiniz.**

Ayakkabı	Alt Giyim	Üst Giyim	Dış Giyim
Bot/Çizme	Pantolon	Gömlek	Hırka/Ceket/Panço
Sadece ayakkabı	Kalın pantolon	Kısa kollu tişört	Yelek
Sandalet	Etek	Uzun kollu sweatshirt/Kazak	Kaban
Diğer:	Kalın etek	Elbise	
	Şort/Kısa Etek		

**8. Şu an bulunduğunuz açık alanın, sıcaklık durumunu en iyi ifade eden şıkkı işaretleyiniz.**

- Soğuk
- Serin
- Biraz serin
- Normal
- Biraz ılık
- Ilık
- Sıcak

**9. Şu an kendinizi konfor açısından nasıl hissediyorsunuz?**

- Konforsuz
- Biraz konforsuz
- Nötr (Ne konforlu Ne konforsuz)
- Biraz konforlu
- Konforlu

**10. Şu an bulunduğunuz açık alanda hava koşullarından memnun musunuz, değilseniz sebebini nedir?**

- Evet, memnunum
- Hayır memnun değilim. Çünkü .....

  - Havada nem çok
  - Havada nem az
  - Hava sıcak
  - Hava çok sıcak
  - Hava serin
  - Hava soğuk
  - Hava rüzgarlı
  - Diğer (Hiçbiri) .....

**11. Alışveriş merkezinde şu an bulunduğunuz açık alanda ...**

Hava sıcaklığı	Daha yüksek	Aynı	Daha düşük
Havadaki nem	Daha az	Aynı	Daha çok
Rüzgar hızı	Daha az	Aynı	Daha çok
Güneş miktarı	Daha az	Aynı	Daha çok

Olsaydı kendimi daha konforlu hissedirdim.

Anketimize katıldığınız için teşekkür ederiz...

**Şekil A.2:** Dış mekân ısı konfor anketi sayfa no:2

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Esila Aybüke YILMAZ  
Doğum tarihi ve yeri : 01.01.1995 / ERZİNCAN  
e-posta : esilaaybukeyilmaz@gmail.com

### Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Mimarlık Ana Bilim Dalı	2022
Lisans	Ondokuz Mayıs Üniversitesi/ Mimarlık Fakültesi	2019
Lise	Erzincan Sosyal Bilimler Lisesi	2013