



İklim verilerinin peyzaj planlama sürecine entegrasyonunda biyoiklimsel konfordan yararlanma olanakları üzerine bir araştırma

Esra Mirza Sert ^{1*}, Mehmet Topay ¹

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, Isparta, Türkiye

MAKALE KÜNYESİ

Geliş Tarihi: 25/03/2025

Kabul Tarihi: 24/04/2025

<https://doi.org/10.53516/ajfr.1665242>

*Corresponding author:

mirzaesira@gmail.com

ÖZ

Derleme Makale

Giriş ve Hedefler İklim değişikliği, kentleşme ve yeşil alanların azalması gibi faktörler, kentlerde ısı stresinin artmasına neden olmuştur. Biyoiklimsel konfor, insanların çevresel koşullara minimum enerji harcayarak uyum sağlayabildiği durumu ifade eder. Bu çalışmada, iklim verilerinin peyzaj planlama süreçlerine entegrasyonunda biyoiklimsel konfor analizlerinden yararlanma olanakları incelenmiştir.

Yöntemler Çalışmada biyoiklimsel konforu hesaplama yöntemlerinin gelişimi ve hesaplama

indeksleriyle (PET, UTCI vb.) ilgili literatür taraması yapılmıştır. Biyoiklimsel konfor haritalarının Coğrafi Bilgi Sistemleri ile entegrasyonu ve dış mekân planlamasında kullanılabilirliği değerlendirilmiştir.

Bulgular Mevcut planlama pratiğine iklim verilerinin dahil edilmesinde bazı sıkıntılar olduğu, bu sıkıntıların oluşmasında ilgili meslek disiplinleri arasındaki iletişim eksikliği, iklim bilgisini planlama sürecine entegre etmek üzere kullanılabilir araçların eksikliği veya bu araçların profesyonellerin erişimine açık olmaması gibi sebepler olduğu görülmüştür.

Sonuçlar Peyzaj planlamasında biyoiklimsel konforun dikkate alınmasının, yaşam kalitesini artıran, sürdürülebilir ve iklime uyumlu alanların oluşturulmasına katkı sağlayacağı belirlenmiştir. Bu bağlamda biyoiklimsel konfor haritalarının karar alma süreçlerine entegre edilmesi, farklı disiplinler arasında iş birliğinin artırılması ve iklim verilerinin planlama süreçlerine daha sistematik şekilde dahil edilmesi önerilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Biyoiklimsel konfor, ısı konfor, termal stres, peyzaj planlama

An investigation into the utilization of bioclimatic comfort in integrating climate data into the landscape planning process

ABSTRACT

Background and Aims Factors such as climate change, urbanization, and the reduction of green spaces have led to increased thermal stress in urban environments. Bioclimatic comfort refers to the condition in which individuals can adapt to environmental factors with minimal physiological effort. This study explores the potential use of bioclimatic comfort analyses in integrating climatic data into landscape planning processes.

Methods A literature review was conducted on the development of methods for calculating bioclimatic comfort and the indices used in such analyses (e.g., PET, UTCI). The integration of bioclimatic comfort maps with Geographic Information Systems (GIS) and their applicability in outdoor space planning were also evaluated.

Results The findings indicate that current planning practices face challenges in incorporating climatic data. These challenges stem from a lack of communication between relevant professional disciplines, limited availability of tools for integrating climatic information into planning processes, and restricted access to these tools by practitioners.

Conclusion The inclusion of bioclimatic comfort considerations in landscape planning is found to support the creation of sustainable, climate-responsive environments that enhance quality of life. In this context, it is recommended that bioclimatic comfort maps be integrated into decision-making processes, interdisciplinary collaboration be enhanced, and climatic data be incorporated into planning processes in a more systematic manner.

Key Words: Bioclimatic comfort, thermal comfort, thermal stress, landscape planning

Bu makaleye atf:

Mirza Sert, E., Topay, M., 2025. İklim verilerinin peyzaj planlama sürecine entegrasyonunda biyoiklimsel konfordan yararlanma olanakları üzerine bir araştırma. Anadolu Orman Araştırmaları Dergisi, 11(1), 243-249.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution NonCommercial 4.0 International Licence.

1. Giriş

Günümüzde artan nüfus, kentleşme ve iklim değişikliğinin etkileri yaşanabilir çevrelerin oluşturulmasını her zamankinden daha karmaşık bir hale getirmektedir. Yeşil alanların azalması, kentsel ısı adası etkisinin yoğunlaşması gibi sorunlar insanların yaşadığı çevrede giderek daha fazla ısı stres hissetmesine neden olmaktadır. Kentlerde planlama ve tasarım eliyle de iklim yapısında bozulmalar meydana gelmektedir (Balık ve Yüksel, 2014; Nouri et al. 2018).

İklim, bir bölgede yaşanabilirliği belirleyen; canlı yaşamı üzerinde önemli etkilere sahip en temel çevresel faktörlerden biridir. İklimi anlık hava durumundan ayıran fark zamandır. Hava durumu kısa süreli atmosferik olayları ifade eder. İklim ise bir bölgede uzun zaman değişmeyen hava olaylarının (güneş radyasyonu, bulutluluk, hava sıcaklığı, deniz ve toprak sıcaklığı, yağmur, kar, dolu, şimşek, fırtına gibi) ortalama değerlerinin istatistiklerle ortaya konulan sentezidir (Erol, 1993; Türkes, 2001; Yalçın ve ark., 2005).

Bireylerin kendini en rahat hissettiği iklim koşulları biyoiklimsel konfor kavramı ile açıklanır. İnsanlar sıcak kanlı canlılar olarak vücut iç sıcaklıklarını belli bir değerde tutamadıklarında hayatlarını tehdit eden ciddi sağlık sorunlarıyla karşı karşıya kalırlar. Bu nedenle, insan vücudunda ısı dengenin sağlanması önemli bir konudur (Maarouf and Munn, 2005).

İnsan ısı konforu üzerinde sıcaklık, güneş radyasyonu, yağış, nem, rüzgâr, şimşek, bulutluluk, sis, hava kirliliği, basınç, negatif iyonlar, elektromanyetizma gibi iklim elemanları etkili olmaktadır. İklimsel parametrelerle beraber giysi izolasyonu, insan vücudunun ısı transferi ve kişisel parametreler de konforu etkileyen diğer faktörlerdir. Bu faktörlerin birlikte değerlendirilmesiyle insan vücudunun stres-fizyolojik tepki ilişkisi ortaya konmaktadır. İnsan vücudundaki ısı stres göstergesi olarak konforlu-konforsuz sözcükleri kullanılmaktadır. Bu terimler öznel durumları ifade ediyor gibi görünmesine karşın yapılan deneyler sonucunda anlamları üzerinde fikir birliğine varılan çok yönlü çalışmalar vardır (Olgyay, 1973; Maarouf and Munn, 2005).

Peyzaj abiyotik, biyotik ve kültürel bileşenlerin oluşturduğu ekosistemler bütünüdür. Peyzajı oluşturan bileşenler karşılıklı etkileşim halinde olup bileşenlerde oluşan bir değişim tüm sistemi etkiler. Peyzaj planlama, peyzajı oluşturan kaynakların korunması, kullanımı doğrultusunda alan kullanım kararlarının alınması sürecidir. Peyzajı oluşturan abiyotik bileşenlerden biri olan iklim, peyzaj planlama sürecinin önemli bir bileşenidir (Çetinkaya ve Uzun, 2014). Mevcut planlama pratiğinde iklim genellikle sürece dahil edilmemekte ya da planlama sürecine çok az dahil olmaktadır. Bu durumun başlıca sebeplerine bakıldığında iklim bilimciler ve planlama disiplinleri arasındaki iletişim eksikliği, iklim bilgisini planlama sürecine entegre etmek üzere kullanılabilir araçların eksikliği veya bu araçların profesyonellerin erişimine açık olmaması gibi sebepler göze çarpmaktadır (Balık ve Yüksel, 2014).

Dış mekanlarda iklim konforunun sağlanması yaşam kalitesi yüksek, enerji ihtiyacı düşük, ekolojik çevreyi en az etkileyen, sağlıklı ve nitelikli yaşam alanlarının oluşturulmasında önemli katkılar sağlamaktadır. Peyzaj mimarları ve diğer fiziksel çevre kontrolü üzerine katkı sağlayan meslek disiplinleri için iklim

verilerinin ulaşılabilir ve kullanılabilir olması önemlidir (Balık ve Yüksel, 2014).

Biyoiklimsel konforun insan yaşamı üzerindeki etkilerinin anlaşılmasıyla konforsuz koşulların ortaya çıkardığı zorlukların aşılabilir olduğu ve ısı konfora sahip alanların oluşturabileceği belirlenmiştir (Çetin ve ark., 2010; Balık ve Yüksel, 2014; Nouri et al., 2018; Boz Demir ve Cengiz, 2021). ısı konfor indeksleri ile yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen veriler dış mekân planlama ve tasarım süreçleri için materyal oluşturur. Peyzaj planlama ve tasarım süreçleri doğal ve kültürel öğeleri koruyarak insanlar için optimum yaşam ortamları sağlamayı amaçlar. Bu amaç doğrultusunda biyoiklimsel konforun peyzaj planlama ve tasarım çalışmalarında göz önünde bulundurulması oldukça önemlidir (Çetin ve ark., 2018; Çetin and Zeren, 2020).

Bu çalışmada, iklim verilerinin planlama çalışmalarına entegrasyonunda biyoiklimsel konfor analizlerinden yararlanabilmek için iklim-insan ilişkisi, biyoiklimsel konfor kavramı, biyoiklimsel konforu etkileyen faktörler, hesaplama yöntemleri ve biyoiklimsel konfor haritalarının oluşturulması süreçleri incelenmiştir.

2. Biyoiklimsel Konfor

İnsanın bulunduğu çevrede iklim koşullarının optimum düzeyde olması, diğer bir deyişle “insanın en az miktarda enerji harcayarak çevresine uyabildiği koşullar” biyoiklimsel konfor durumu olarak ifade edilir (Çınar, 2004).

Biyoiklimsel konfor kavramını psikolojik, termo-fizyolojik ve ısı dengesi olmak üzere 3 farklı yaklaşımla tanımlamak mümkündür. Psikolojik yaklaşım biyoiklimsel konforu, zihnin ısı konfordan duyduğu memnuniyet olarak tanımlarken termo-fizyolojik yaklaşım, insan derisi ve hipotalamustaki “ısı reseptörlerden gelen minimum sinir sinyal hızı” olarak tanımlar. ısı dengesi yaklaşımı ise biyoiklimsel konforu, vücuda giren ısı akışları ile vücuttan çıkan ısı akışlarının dengelenmesi, cildin sıcaklığının ve terlemenin konfor aralığında olması şeklinde tanımlar (Shakir, 2007).

Yetişkin bir insanın vücut iç sıcaklığı yaklaşık 36,5°C’dir. Dış mekânda insanlar ilk olarak sıcaklık etkisine maruz kalırlar ve bu duruma karşı terleme veya kan dolaşımını artırma yoluyla kendi iç sıcaklıklarını sabit tutabilirler. Vücut içinde ısı üretimi, vücuttaki ısı kaybına eşitlendiğinde insanın ısı konforu optimal düzeydedir (Goulding and Owen Lewis, 1997; Toy, 2010).

Ayrıca insan vücudu dış sıcaklığını korumaya yönelik olarak da fizyolojik kontrol mekanizmaları ve refleksleri kullanır. Biyolojik önlemlerin yanında giysi seçimi, aktivite düzeyi ve yer seçimi de vücudun ısı kaybını önlemede etkilidir. Uygun planlama stratejileri de bu konforlu koşulların oluşturulmasında kullanılacak bir diğer mekanizmadır (ASHRAE, 1981; Morgan and Moran, 1997; Kaynaklı ve Kılıç, 2004).

2.1 Biyoiklimsel konfora etki eden faktörler

Biyoiklimsel konfora etki eden faktörler; çevresel faktörler, kişisel faktörler ve konfor üzerinde dolaylı etkilere sahip diğer faktörler olarak üç temel başlık altında toplanabilir (Çınar, 1999; Matzarakis, 2003; Nikolopoulou et al., 2004; Toy ve ark., 2005). Çevresel faktörler, insanlar için biyoiklimsel konforun hesaplanmasında büyük etkiye sahiptir. ısı ortamı tanımlayan çevresel parametrelerin bir kısmı doğrudan ölçülebilirken

ortalama radyan sıcaklık gibi parametrelerin hesaplanması gerekir (ASHRAE, 2001).

- Hava sıcaklığı: Sıcaklık atmosferde gerçekleşen meteorolojik olaylar üzerinde en etkili olan iklim parametresi olduğu gibi biyoiklimsel konfor üzerinde de en çok etkisi görülen parametredir (Maarouf and Munn, 2005).
- Hava nemi: Biyoiklimsel konfor açısından nem; hissedilen sıcaklık, terleme mekanizması ve solunumu etkilemesi açısından önemlidir (Erdem ve Güyagüler, 2009).
- Hava hareketi: Deriye temas eden hava, ısı kaybını artırarak hissedilen sıcaklığı düşürürken kuru-sıcak esintiler deride hissedilen sıcaklığı yükselterek ısı konfor üzerinde etkili olur (Morgan and Moran, 1997; Çınar, 1999).
- Solar Radyasyon: Yeryüzüne güneşten gelen, 1 metrekairelik alanda 1 saniyede etkili olan enerji "radyasyon" olarak adlandırılır. Yüzeyleri ısıtarak ve havadaki nem seviyesini düşürerek konfor üzerinde etkili olmaktadır (Linacre and Geert, 1997).
- Bulutluluk: Bulutlar güneşten gelen ışınları yansıtır, absorbe etme şeklinde değiştirerek biyoiklimsel konfor üzerine etkili olmaktadır (Topçu, 1988). Bulut kapallılığı birimi Oktas olup, 0-9 arasında tam sayı değeri alır (Demir ve Demir, 2017).
- Ortalama radyan sıcaklık (T_{mrt}): Bir ortamdaki yüzeylerin yaydığı ısıma sıcaklığıdır. İnsan vücudunun enerji dengesini etkilemesi yönünden konfora etki eder (ASHRAE, 2001). Dış mekanlar için "ENVI-met (Bruse and Fleer, 1998), SOLWEIG (Lindberg et al., 2008) ve RayMan (Matzarakis et al., 2007; Matzarakis et al., 2010)" gibi yazılımlar aracılığıyla hesaplanabilmektedir.

Kişisel faktörler,

- Metabolik oran ve aktivite düzeyi: Metabolik oran, vücudun enerji üretim hızını ifade eden ve ısı konfor üzerinde doğrudan etkisi olan bir parametredir. Kişinin fiziksel aktivite türüne bağlı olarak metabolik oran değişir (Ji et al., 2018).
- Giysi izolasyonu: Giysiler vücutta ısı dağılımını etkileyerek vücut iç ısını korumaya yardımcı olur (Auliciems ve Szokolay, 2007). Konfor üzerinde etkili olan tekstilin ısı direnci, hava ve su buharını geçirgenliğidir (Hes, 2009).

Diğer faktörler, biyoiklimsel konfor üzerinde doğrudan etkiye sahip olmayan ancak çevresel ve kişisel faktörler üzerinde etkili olarak dolaylı etki eden; kişinin boyu, yaşı, kilosu, cinsiyeti, adaptasyon, hava kirliliği, yağış durumu, günlük varyasyonlar, sıcak gün sayısı, atmosferde bulunan oksijen miktarı gibi durumlardır (Matzarakis, 2003; Çınar, 2004).

2.2 Biyoiklimsel konfor hesaplama yöntemleri

Antik çağlardan bu yana iklimin insan yaşamı üzerine etkileri araştırılmaktadır. 18. yy. sonrasında bu çalışmalar niceliksel yönden ele alınmaya başlamış ve insanın enerji dengesi modellerine olan ihtiyaç dile getirilmeye başlanmıştır (Hobbs, 1995; Fukuoka, 1997). 1960'lardan sonra teknolojik gelişmeler paralelinde biyoiklimsel konforu hesaplamada, iklim ve insan vücudu arasındaki enerji etkileşimini deneysel yöntemlerle ele alan çalışmalar yapılmaya başlamıştır (Höppe, 1997).

Thom (1959), geliştirdiği "Rahatsızlık İndeksi" [Discomfort Index] ile ıslak ve kuru termometre değerlerini kullanarak rahatsızlık bölgelerini belirlemiştir. Bu indeks, konforu sıcaklık değeri bakımından ele almaktadır. Thom'un Rahatsızlık İndeksi nispi nem ile birlikte ele alınarak Kyle (1994) tarafından yeniden formüle edilmiştir. Biyoiklimsel konforun sadece sıcaklık değeri ile temsil edilemeyeceğinden hareketle yüzden fazla basit konfor indeksi ortaya konmuştur (Jendritzky et al., 2012). Steadman (1979) sıcaklık ve nem parametrelerini kullanarak oluşturduğu hissedilen sıcaklık tablosunu yayınlamıştır (Çınar, 2004). Olgyay (1973) biyoiklimsel konfor durumunu; dış mekanlarda iklim koşullarının "21-27.5 °C sıcaklık, %30-65 bağıl nem ve 5 m/sn esen rüzgâr" olarak tanımladığı bir konfor diyagramı oluşturmuştur (Olgyay, 1973; Altunkasa, 1987). Daha sonraki yıllarda enerji dengesi modellerinin geliştirilmesiyle insan vücudunun ısı algılaması ile doğrudan ilişki kurabilen indeksler geliştirilmiştir (Jendritzky et al., 2012). Fanger (1970) ilk kez insan vücudunun ısı dengesi modeline dayanan bir yöntem ortaya koyarak bu alanda öncü olmuştur. Fanger'ın ortaya koyduğu konfor indeksinden geliştirilen Predicted Mean Vote (PMV)-Tahmini Ortalama Oy, 'Klima-Michel-Modell' gibi modeller o dönemde yaygın olarak kullanılan biyoiklimsel konfor indeksleri olmuştur (Höppe, 1997).

Biyoiklimsel konforu hesaplamak üzere geliştirilen yüzden fazla indeksin büyük bir kısmı iç mekân koşulları için geliştirilmiştir. İç mekân koşulları için geliştirilen bir indeks hesaplanması daha karmaşık olan dış mekanlar için doğrudan kullanılamamaktadır. İnsan vücudu ısı dengesine dayanan biyoiklimsel indeksler Çizelge 1'de görülmektedir. Bu indekslerden FES ve UCI dış mekânlar için geliştirilmiştir (Johansson et al., 2014).

Höppe ve Mayer (1987) tarafından termo-fizyolojik ısı dengesine dayanan Münih Bireysel Enerji Dengesi Modeli (MEMI) geliştirilmiştir (Höppe, 1997). Matzarakis ve Mayer (1996) bu modeli kullanarak ısı ortamlarının insanlar üzerindeki fizyolojik stres derecelerini anlamlı bir şekilde ortaya koyan Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık İndeksi-FES (Physiological Equivalent Temperature-PET)'i geliştirmiştir (Krüger et al., 2017). FES hesaplamalarında hava sıcaklığı, rüzgâr hızı, bulutluluk, nispi nem, güneş radyasyonu, giysi izolasyonu, metabolik oran ve aktivite düzeyi parametreleri kullanılmaktadır (Gulyas et al., 2006; Lai et al., 2016). Elde edilen FES değerleri, referans sınıflarına göre derecelendirilerek ısı algılama düzeyleri belirlenir (Çizelge 2).

Çizelge 1. İnsan ısı dengesine dayanan biyoiklimsel konfor indeksleri (Johansson et al., 2014)

Biyoiklimsel Konfor İndeksi	Açıklama
Predicted Mean Vote (PMV)	Özellikle iç mekân için tasarlanmıştır. Hesaplamada hava sıcaklığı, nem, hava hareketleri, Tmrt, giysi ve aktivite durumu parametreleri kullanılır.
Standard Effective Temperature (SET*)	Özellikle iç mekân için tasarlanmıştır. Hesaplamada PMV indeksi ile aynı parametreleri kullanılır.
Effective Temperature (ET)	Özellikle iç mekân için tasarlanmıştır. Meteorolojik parametrelerle birlikte, ev içi giyim ve düşük yoğunluklu aktiviteler için standartlaştırılmıştır.
Perceived Temperature (PT)	Predicted Mean Vote denklemine dayalı bir indekstir, yalnızca dış mekânlar için tasarlanmıştır.
Physiologically Equivalent Temperature (PET)	Dış mekân kullanımı için geliştirilmiştir. ET indeksi ile aynı parametrelere dayanır.
Universal Thermal Climate Index (UTCI)	Dış mekân kullanımı için geliştirilmiştir. Giysi parametresini kullanmaz. Aktivite düzeyi 1,1 m/s yürüme hızı, metabolik oran 135 W/m ² olarak hesaplanır.

Çizelge 2. Fizyolojik eşdeğer sıcaklık değerlerine göre ısı algılama ve fizyolojik stres seviyeleri (Matzarakis et al., 1999)

FES (°C)	Isıl Algılama	Fizyolojik Stres Dereceleri
<4	Çok Soğuk	Çok Şiddetli Üşüme Stresi
4.1-8	Soğuk	Şiddetli Üşüme Stresi
8.1-13	Serin	Orta Dereceli Üşüme Stresi
13.1-18	Hafifçe Serin	Hafifçe Üşüme Stresi
18.1-23	Konforlu	Isıl Stres Yok
23.1-29	Hafifçe Ilık	Hafifçe Isınma Stresi
29.1-35	Ilık	Orta Dereceli Isınma Stresi
35.1-41	Sıcak	Şiddetli Isınma Stresi
>41	Çok Sıcak	Çok Şiddetli Isınma Stresi

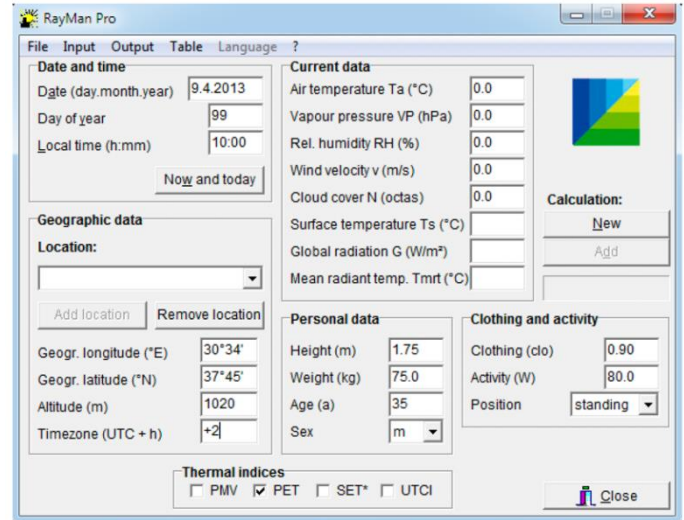
Dış mekân biyoiklimsel konfor hesaplamalarında kullanılan bir diğer rasyonel indeks, Evrensel Termal İklim İndeksi (Universal Thermal Climate Index-UTCI) çok düğümlü “Fiala” termoregülasyon modeli kullanılarak geliştirilmiştir (Blażejczyk et al., 2013). UTCI hesaplamalarında “kuru termometre sıcaklığı, su buharı basıncı veya bağıl nem, rüzgâr hızı (10 metre yükseklikte) ve ortalama radyan sıcaklık, metabolik hız ve giysi izolasyonu” parametreleri kullanılır. UTCI Çizelge 3’te yer alan değerlendirme tablosu aracılığıyla fizyolojik stres derecelerini ortaya koyar (Blażejczyk et al., 2013; Zare et al., 2018).

Çizelge 3. UTCI için ısı algılama (Zare et al., 2018)

UTCI (°C)	Isıl Algılama
>46	Aşırı Sıcak Stresi
38-46	Oldukça Kuvvetli Sıcak Stresi
32-38	Kuvvetli Sıcak Stresi
26-32	Orta Sıcak Stresi
20-26	Isıl Stres Yok
14-20	Hafif Soğuk Stresi
8-14	Orta Soğuk Stresi
2-8	Kuvvetli Soğuk Stresi
-4-2	Oldukça Kuvvetli Soğuk Stresi
-10-4	Aşırı Soğuk Stresi

Günümüzde biyoiklimsel konfor indeksleri, çeşitli yazılımlar aracılığıyla kolayca hesaplanabilmektedir. RayMan, ENVI-met ve SOLWEIG hesaplamalarda en sık kullanılan yazılımlardır. ENVI-met ayrıntılı mikro iklim simülasyonları sağlar fakat çok fazla hesaplama verisi gerektirir. SOLWEIG, Tmrt tahmininde uzmanlaşmıştır fakat dinamik kentsel ortamlar için sınırlı uyarlanabilirliğe sahiptir. RayMan (Şekil 1) Tmrt’yi

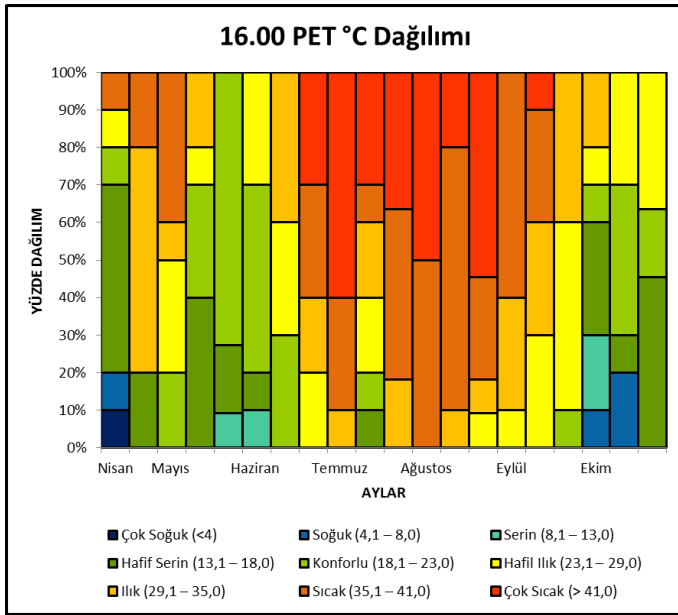
oldukça basit bir desende hesaplar ve ısı konforu hesaplamada birçok parametre için varsayılan değerleri kullanarak PMV, PET, SET, UTCI gibi indekslerin hesaplamalarını hızlıca yapmaya olanak sağlar (Meng et al., 2025).

**Şekil 1.** RayMan yazılımında çeşitli parametrelerin girildiği arayüz

RayMan yazılımında, çalışmada kullanılacak meteoroloji istasyonuna dair bilgiler ve kişisel faktörler girildikten sonra, iklim parametreleri manuel olarak ya da veri seti olarak girilerek farklı biyoiklim indeksleri için konfor değerleri hesaplanabilmektedir.

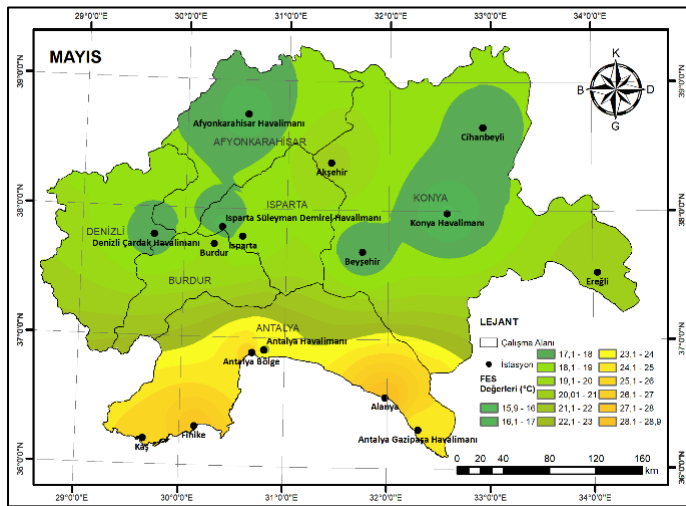
2.3 Biyoiklimsel konfor haritaları ve grafiksel gösterimler

Dış mekanlar için biyoiklimsel konfor değerleri amaca yönelik olarak on günlük, aylık, yıllık ya da uzun yıllık periyotlar için hesaplanabilir. Bu değerlerin dağılımlarıyla oluşturulan grafikler, planlama stratejileri oluşturma ve karar alma süreçlerinde yararlanılan araçlardan biridir. Şekil 2’de rekreasyonel planlama için geliştirilmiş bir biyoiklimsel konfor grafiği görülmektedir. Grafikler, yılın hangi zaman ve saatlerinde biyoiklimsel konforun sağlanabildiğini ortaya koymaktadır (Matzarakis and Karagülle, 2007; Toy ve Yılmaz, 2008).



Şekil 2. Fizyolojik eşdeğer sıcaklık dağılım grafiği (Mirza ve Topay, 2023)

Belli bir noktadan ölçülen verilerle hesaplanan biyoiklimsel konfor değerlerinin alansal dağılımları, Coğrafi Bilgi Sistemleri (CBS) yazılımları kullanılarak yapılabilmektedir. Elde edilen veriler mekânsal enterpolasyon yöntemlerine tabii tutarak biyoiklimsel konfor haritaları elde edilir. Bu haritalar (Şekil 3), planlılara mekânsal analizler yapma ve mikroklimatik koşullara uygun stratejiler geliştirebilme imkânı sağlar (Topay, 2013; Balık ve Yüksel, 2014).



Şekil 3. Fizyolojik eşdeğer sıcaklık haritası, Göller Yöresi (Mirza ve Topay, 2022)

3. Sonuç ve Öneriler

Dış mekân biyoiklimsel konforu için yapılan çalışmalar bir bölgenin, hangi zaman aralıklarında hangi ısı konfor değerini taşıdığını ortaya koymaktadır. Bu bilgiler peyzaj planlama, turizm planlaması, bölge planlama ve sağlık alanlarındaki planlama çalışmalarına iklimle uyumlu stratejilerin geliştirilmesi için bilgi sağlar. Dış mekân faaliyetleri için yapılacak planlamalarda, konforlu dönemleri bilerek bu veriler

işığında planlama çalışmalarını yürütmek gerekir (Toy ve Yılmaz, 2008; Adigüzel et al., 2019).

Son yıllarda iklim değişikliğinin de insan ısı konforu üzerinde olumsuz etkileri görülmektedir. Bugün iklim değişikliği sebebiyle dünya sanayi öncesi döneme kıyasla 1,0°C ısınmış buna bağlı olarak kuraklık, sel gibi aşırı hava olayları görülmeye başlamıştır. İklimdeki bu değişimin; su kaynakları, biyoçeşitlilik, flora, fauna, tarım alanları ve insan sağlığı üzerinde kritik ölçüde etkileri olmaktadır. Bu nedenle tarım, endüstri, yerleşim, ulaşım, turizm, rekreasyon alanları gibi konularda geniş ölçekli uyum ve dönüşüme ihtiyaç vardır (Doğan ve Tüzer, 2011; IPCC, 2018). Bu açıdan biyoiklimsel konfor verileri iklim değişikliği senaryoları ile birlikte ele alınarak yeni stratejiler geliştirmeye yardımcı olabilir.

Biyoiklimsel konforun planlama çalışmalarında etkin bir şekilde kullanılması için;

- Biyoiklimsel konfor haritalarının peyzaj mimarları tarafından CBS yazılımları ile entegre edilerek karar alma süreçlerinde kullanılması,
- Planlama süreçlerinde biyoiklimsel konfor analizlerinin standart bir uygulama haline getirilmesi,
- İnsanlar için ısı konforun sağlanamadığı durumlarda yeşil alanları artırılması, hava akımlarını optimize etme, su öğeleri ve bitkisel tasarım gibi önlemlerle mikroklimatik koşulların düzenlenmesi,
- Peyzaj mimarlığı, iklim bilimi, şehir ve bölge planlama gibi meslek disiplinleri arasında ortak çalışma alanları oluşturarak biyoiklimsel konforun etkin kullanımının desteklenmesi,
- Akademik çalışmalar ile uygulayıcılar arasındaki bağlantının güçlendirilmesi gerekmektedir.

Sonuç olarak, planlama çalışmalarına biyoiklimsel konforun entegrasyonu bütüncül bir yaklaşım sağlar. Böylece insanlar için ısı açıdan konforlu, iklim açısından güvenli, yaşam kalitesi yüksek, sürdürülebilir, dirençli, iklim değişikliğine uyumlu yaşam ortamları oluşturmak mümkün olabilir.

Teşekkür

Bu çalışmada “Göller Yöresi İllerinin Biyoiklimsel Konfor Yapısının Belirlenmesi” başlıklı doktora tezindeki bazı verilerden faydalanılmıştır. Esra MİRZA SERT’in doktora eğitim sürecini “100/2000 YÖK Doktora Bursu” kapsamında maddi olarak destekleyen Yükseköğretim Kurumu’na teşekkürler.

Kaynaklar

- Adigüzel, F., Cetin, M., Kaya, E. Şimşek, M., Güngör, Ş., Bozdoğan Sert, E., 2020. Defining suitable areas for bioclimatic comfort for landscape planning and landscape management in Hatay, Turkey. Theoretical and Applied Climatology, 139, 1493–1503.
- Altunkasa, M.F., 1987. Çukurova bölgesi’nde biyoklimatik veriler kullanılarak açık ve yeşil alan sistemlerinin belirlenmesi üzerine bir araştırma. Çukurova Üniversitesi, Doktora Tezi, Adana.
- ASHRAE Standard 55, 1981. Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy. ASHRAE, Atlanta.

- ASHRAE, 2001. The 2001 ASHRAE Handbook. American Society of Heating, Refrigeration and Air-conditioning Engineers, Atlanta.
- Auliciems, A., Szokolay, S.V., 2007. Thermal comfort. Plea Note 3 Passive and Low Energy Architecture International, Australia.
- Balık, H., Yüksel, Ü.D., 2014. Planlama sürecine iklim verilerinin entegrasyonu. *Türk Bilimsel Derlemeler Dergisi*, 7(2), 1-6.
- Błażejczyk, K., Jendritzky, G., Bröde, P., Fiala, D., Havenith, G., Epstein, Y., Psikuta, A., Kampmann, B., 2013. An introduction to the Universal Thermal Climate Index (UTCI). *Geographia Polonica*, 86(1), 5-10.
- Boz Demir, A. Ö., Cengiz, C., 2021. Ilıman-nemli iklim bölgelerinde kentsel alanlarda biyoklimatik konfor. *Avrupa Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 32, 1134-1139.
- Bruse, M., Fleer, H., 1988. Simulating surface-plant-air interactions inside urban environments with a three dimensional numerical model. *Environmental Modelling & Software*, 13(3-4), 373-384.
- Çetin, M., Topay, M., Kaya, L. G., Yılmaz, B., 2010. Biyoiklimsel konforun peyzaj planlama sürecindeki etkinliği: Kütahya örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 1, 83-95.
- Çetin, M., Şevik, H., Arıca, B., Çelik, D. M., 2018. Kuşadası'nda Biyokonfor: Kentsel Peyzaj Plan Kararları için Bir Araştırma, in: Birişçi, T., Kalaycı Önaç, A. (Eds.), *Kuşadası Peyzaj Değerleri*. PMO, Ankara, pp. 49-58.
- Çetin Zeren, İ., Şevik, H., 2020. Investigation of the relationship between bioclimatic comfort and landuse by using gis and rs techniques in Trabzon. *Environmental Monitoring and Assessment*, 192(2), 71.
- Çetinkaya, G., Uzun, O., 2014. *Peyzaj Planlama*. Birsan Yayınevi, İstanbul.
- Çınar, İ., 1999. Fiziksel planlamada biyoklimatik veriler kullanarak biyokonforun oluşturulması üzerine Fethiye merkezi yerleşimi üzerinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi, Yüksek Lisans Tezi*, İzmir.
- Çınar, İ., 2004. Biyoklimatik konfor ölçütlerinin peyzaj planlama sürecinde etkinliği üzerinde Muğla-Karabağlar yaylası örneğinde araştırmalar. *Ege Üniversitesi, Doktora Tezi*, İzmir.
- Demir, E., Demir, V.B., 2017. Predicting flight delays with artificial neural networks: case study of an airport. 25th Signal Processing and Communications Applications Conference (SIU), Antalya, pp. 1-4.
- Doğan, S., Tüzer, M., 2011. Küresel iklim değişikliği ve potansiyel etkileri. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(1), 21-34.
- Erdem, Ö., Güyagüler, T., 2009. Yüksek ısının metabolizma ve çalışma performansı üzerindeki etkisi. *Maden İşletmelerinde İş Sağlığı ve Güvenliği Sempozyumu*, Adana.
- Erol, O., 1993. Genel Klimatoloji. Gazi Büro Kitabevi, Ankara.
- Fukuoka, Y., 1997. Biometeorological studies on urban climate. *International Journal of Biometeorology*, 40, 54-57.
- Goulding, J.R., Owen Lewis, J., 1997. *Bioclimatic Architecture*. LIIOR E.E.I.G., Dublin.
- Gulyás Á., Ungera J. ve Matzarakis A., 2006. Assessment of the microclimatic and human comfort conditions in a complex urban environment: modelling and measurements. *Building and Environment*, 41, 1713-1722.
- Hes, L., Loughin, C., 2009. Heat, moisture and air transfer properties of selected woven fabrics in wet state, *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 2, 141-149.
- Hobbs, J.E., 1995. *Applied Climatology A Study of Atmospheric Resources*. Butterworths, London.
- Höppe, P., 1997. Aspect of human biometeorology in past, present and future. *International Journal of Biometeorology*, 40, 19-23.
- IPCC., 2018. Global Warming of 1,5°C. in: Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Moufouma-Okia, C. Péan, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, and T. Waterfield (eds.). Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp.616.
- Jendritzky, G., de Dear, R., Havenith, G., 2012. UTCI—Why another thermal index? *International Journal of Biometeorology*, 56, 421-428.
- Ji, W., Luo, M., Cao B., Zhu, Y., Geng Y., Lin, B., 2018. A new method to study human metabolic rate changes and thermal comfort in physical exercise by CO2 measurement in an airtight chamber. *Energy and Buildings*, 177, 402-412.
- Johansson, E., Thorsson, S., Emmanuel, R.C., 2014. Instruments and methods in outdoor thermal comfort studies – the need for standardization. *Urban Climate*, 10, 346-366.
- Kaynaklı, Ö., Kılıç, M., 2004. Vazodilatasyonun insan fizyolojisine etkisi ve terleme ile karşılaştırılması. *Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 9(1), 183-194.
- Kyle W. J., 1994. The human bioclimate of Hong Kong. *Contemporary Climatology, Proc. of COC/IGU Meeting*, Masaryk University, Brno, Czech Republic, pp. 345-350.
- Krüger, E., Rossi, F., Drach, P., 2017. Calibration of the physiological equivalent temperature index for three different climatic regions. *International Journal of Biometeorology*, 61, 1323-1336.
- Lai, P.C., Choi, C.C.Y., Paulina, W., Thach, T.Q., Wong, C.M., Cheng, W., Krämer, A., Wong, C.M., 2016. Spatial analytical methods for deriving a historical map of physiological equivalent temperature of Hong Kong. *Building and Environment*, 99, 22-28.
- Linacre E., Geert, B., 1997. *Climates and Weather Explained*. Routledge, London.
- Lindberg, F., Holmer, B., Thorsson, S., 2008. SOLWEIG 1.0 – modelling spatial variations of 3D radiant fluxes and mean radiant temperature in complex urban settings. *International Journal of Biometeorology*, 52, 697-713.
- Maarouf, A.R., Munn R.E., 2005. Bioclimatology. in: Oliver, J.E. (Ed.), *Encyclopedia of World Climatology*, Springer, The Netherlands, pp. 158-164.
- Matzarakis, A., 2003. Assessing climate for tourism purposes: existing methods and tools for the thermal complex. *Proceedings of the 1st International Workshop on Climate, Tourism and Recreation*, International Society of Biometeorology, Commission on Climate, Tourism and Recreation, Greece, pp.101-105.

- Matzarakis, A., Mayer, H., 1996. Another kind of environmental stress: thermal stress. who collaborating centre for air quality. Management and Air Pollution Control Newsletters, 18, 7-10.
- Matzarakis, A., Mayer, H., Iziomon, M.G., 1999. Application of universal thermal index: physiological equivalent temperature. International Journal of Biometeorology, 43, 76-84.
- 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(4), 323-334.
- Matzarakis, A., Karagülle, M.Z., 2007. Bioclimate information for Istanbul, Developments in Tourism Climatology- 3rd International Workshop on Climate, Tourism and Recreation, Alexandroupolis, Greece, pp. 166-171.
- 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(2), 131-139.
- Mirza, E., Topay, M., 2022. Göller yöresi illerinin biyoiklimsel konfor yapısının belirlenmesi ve termal algılama haritalarının oluşturulması. Ecological Perspective, 2(1), 67-86.
- Mirza Sert, E., Topay, M., 2023. Determination of bioclimatic comfort structure of the Isparta city center for outdoor recreation. Polish Journal of Environmental Studies, 32(6), 5773-5783.
- Moran J. M., Morgan M. D., Pauley P. M., 1997. Meteorology: The Atmosphere and Science of Wheather, Upper Saddle River, New York.
- Nikolopoulou, M., 2004. Designing Open Spaces in the Urban Environment: A Bioclimatic Approach. Centre for Renewable Energy Sources, Greece.
- Olgay, V., 1973. Design with Climate, Bioclimatic Approach to Architectural Regionalism. Princeton University Press, New Jersey.
- Shakir, A.K., 2007. Thermal comfort modelling of an open space (sport stadium). University of Strathclyde Glasgow, Yüksek Lisans Tezi, UK.
- Santos Nouri, A., Costa, J. P., Santamouris, M. Matzarakis, A., 2018. Approaches to outdoor thermal comfort thresholds through public space design: a review. Atmosphere, 9(3), 108.
- Thom, E. C., 1959. The discomfort index. Weatherwise, 12(2), 57-61.
- Topay, M., 2013. Mapping of thermal comfort for outdoor recreation planning using gis: the case of Isparta province (Turkey). Turkish Journal of Agriculture and Forestry, 37, 110-120.
- Topçu, S., 1988. Açık ve bulutlu atmosfer koşullarında saatlik toplam ışıınım öngörüsü için bir model. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, İstanbul.
- Toy, S., Yılmaz, S., Yılmaz, H., 2005. Determination of bioclimatic comfort in three different land uses in the city of Erzurum, Turkey, Building and Environment, 42(3), 1315-1318.
- Toy, S., Yılmaz, S., 2009. Peyzaj tasarımında biyoklimatik konfor ve yaşam mekanları için önemi. Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi, 40(1), 133-139.
- Toy, S., 2010. Biyoklimatik konfor değerleri bakımından Doğu Anadolu Bölgesi rekreasyonel alanlarının incelenmesi. Atatürk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, Erzurum.
- Türkeş, M., 2001. Hava, iklim, şiddetli hava olayları ve küresel ısınma. Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü 2000 Yılı Seminerleri, Teknik Sunumlar, Seminerler Dizisi 1, Ankara, 187-205.
- Yalçın, G., Demircan, M., Ulupınar, Y., Bulut, E., 2005. Klimatoloji-I. DMİ Yayınları, Ankara.
- Zare, S., Hasheminejad, N., Elahi Shirvan, H., Hemmatjo, R., Sarebanzadeh, K., Ahmadid, S., 2018. Comparing Universal Thermal Climate Index (UTCI) with selected thermal indices/environmental parameters during 12 months of the year. Weather and Climate Extremes, 19, pp. 49-57.