

Bilecik Merkez İlçesinin Dış Ortam Termal Konfor Düzeylerinin İncelenmesi

Examination of Outdoor Thermal Comfort Levels of Bilecik Center District

Serpil MENTEŞE¹
Seda KOCA²

¹Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, İnsan ve Toplum Bilimleri Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Bilecik, Türkiye

²Bilecik Şeyh Edebali Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı, Doktora Programı, Bilecik, Türkiye



ÖZ

Dış ortamdaki termal konfor düzeyi insan refahı ve sağlığı açısından büyük önem taşımaktadır. Özellikle iklim değişikliği ve şehirlerdeki sıcaklık stresinin artmasıyla birlikte dış ortam termal konforun önemi giderek artmaktadır. Termal konforun sağlanamadığı durumlarda, insan birçok olumsuzlukla (fiziksel performansta azalma, yorgunluk vb.) karşı karşıya kalmaktadır. Bu çalışmada, Bilecik merkez ilçesindeki dış ortam termal konfor şartlarının incelenmesi amaçlanmaktadır. Bu amaçla Bilecik Meteoroloji Müdürlüğü'nden temin edilen 1960–2021 rasat dönemindeki sıcaklık, rüzgâr hızı ve nispi nem verileri kullanılmıştır. Bilecik merkez ilçesinde biyoklimatik konfor özelliklerini belirlemek amacıyla, meteorolojik parametrelerin yanı sıra insan enerjisindeki değişkenleri de dikkate almasından dolayı Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık-FES (Physiologically Equivalent Temperature-PET) indisi tercih edilmiştir. Çalışma alanında aylık PET değerlerini hesaplayabilmek için Rayman modeli kullanılmıştır. PET indeksi analizi sonucunda termal konforun yıl içerisinde farklılık gösterdiği ve termal konforun yalnızca Mayıs ayında (20,1 oC) optimal seviyede olduğu tespit edilmiştir. Yılın %8,4'lük diliminin biyoklimatik açıdan konforlu geçtiği belirlenmiştir. Çalışma alanında doğrudan "konforlu" sınıfında yer alan bir mevsim bulunmamaktadır. Konforlu sayılabilecek döneme en yakın mevsimleri ilkbahar ve sonbahar mevsimleri teşkil etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Bilecik merkez, fizyolojik eşdeğer sıcaklık indeksi, termal konfor

ABSTRACT

The thermal comfort level in the outdoor environment is of great importance for human well-being and health. Especially with climate change and the increase in heat stress in cities, the importance of outdoor thermal comfort is gradually increasing. In cases where thermal comfort cannot be provided, people are faced with many problems (decrease in well-being, decrease in physical performance, and fatigue). In this study, it is aimed to examine the outdoor thermal comfort conditions in the central district of Bilecik. For this purpose, temperature, wind speed, and relative humidity data for the 1960–2021 observation period obtained from the Bilecik Meteorology Directorate are used. Physiological equivalent temperature index was preferred in order to determine the bioclimatic comfort properties in the central district of Bilecik. Rayman model is used to calculate monthly physiological equivalent temperature values in the study area. As a result of the physiological equivalent temperature index analysis, it is determined that thermal comfort varies throughout the year, and thermal comfort is at an optimal level only in May (20.1°C). It is determined that 8.4% of the year is comfortable in terms of bioclimatic. In seasonal averages, there is no season directly in the "comfortable" class. The closest seasons to the period that can be considered comfortable are the spring and autumn seasons.

Keywords: Bilecik center, physiological equivalent temperature index, thermal comfort

Geliş Tarihi/Received: 08.06.2022

Kabul Tarihi/Accepted: 28.04.2023

Yayın Tarihi/Publication Date: 25.05.2023

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Seda KOCA
E-mail: sedakocat25@gmail.com

Cite this article as: Menteşe, S., & Koca, S. (2023). Examination of outdoor thermal comfort levels of Bilecik Center District. *Eastern Geographical Review*, 28(50), 57-63.



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License

Giriş

İnsan, yaşamını fiziksel çevrede sürdürür ve bu fiziksel çevreye ait özellikler insanın yaşamsal faaliyetleri üzerinde derin etkilere sahiptir. Fiziksel çevrenin en temel öğelerinden birisi iklimdir. Çünkü iklim hem fiziksel çevrenin şekillenmesinde hem de insan yaşamının devamını sağlayan koşulların oluşmasında en önemli etkenlerden birisidir. Günümüzde teknolojiyle birlikte insanın doğa üstündeki etkinliği artmasına rağmen yerleşme, tarım, insan sağlığı gibi pek çok çevre koşulunu etkileyen en önemli faktör hala iklimdir (Erlat, 2010). Günümüzde yaygın olarak kabul gören görüş insanın teknolojik aletleri ve bilgi

birikimini kullanarak fiziksel çevreyi kendi istediği şekilde düzenleyebilmesi üstündür. Her ne kadar bu görüş kabul edilse de fiziksel çevreyi değiştirmek oldukça güç ve dar alanlar için geçerli bir durumdur. Örneğin; kapalı ortamın havasını, klima ile kolaylıkla değiştirebilirken, dış ortamı değiştirme ve konforlu hale getirme ise oldukça sınırlı ve zordur (Honjo, 2009). Dış ortamın konforsuz olduğu durumlarda ise insan için birçok olumsuz durum söz konusu olmaktadır. Bunları sağlık sorunları (halsizlik, yorgunluk vb.), mutluluk ve refah seviyesinde düşme, iş veriminde azalma, enerji kullanımında yükseliş gibi birçok fiziksel, sosyal ve ekonomik sorunlar oluşturmaktadır (Toy & Çağlak, 2018). Öyle ki son yıllarda biyoklimatik konforun insanın fizyolojik ve psikolojik sağlığını etkilemesinden dolayı, insanların yerleşme kriterlerinde konfor faktörü güvenlik faktöründen daha önemli bir duruma gelmektedir (Tağıl & Ersayın, 2015). İnsanın fizyolojik ve psikolojik sağlığını korumadan, yaşamsal aktivitelerini yerine getirmesi oldukça zor olacaktır. Kısaca insanı çevreleyen dış ortam, günlük yaşamda önemli rol oynamakta ve bu alanların kullanımı büyük oranda dış mekân termal konforu ile belirlenmektedir (Lai ve ark., 2014).

Sıcak algısı, insanların çevresel etmenlerde birçok iklim elemantına maruz kalmasıyla ortaya çıkmaktadır. Termal konfor, insanın fizyolojik ve psikolojik olarak kendini rahat hissettiği koşullardır. Bir başka ifadeyle bu durum biyoklimatik konfor olarak ifade edilmektedir (Çağlak ve ark., 2021). Biyoklimatoloji iklim ve canlılar arasındaki ilişkiyi ortaya koyan çok disiplinli bir bilimdir (Şensoy ve ark., 2018). İnsan biyoklimatolojisi, esas olarak kentsel iklim ve bunun dış mekân termal konfor/rahatsızlık seviyeleri ve sağlık ile ilişkisi ile ilgilenmektedir (Ichim & Sfičá, 2020). İnsan biyoklimatolojisi alanı 1980'lerde önem kazanmaya başlamıştır ve günümüzde kentsel biyoklimatik koşulların özellikleri Dünya çapında derinlemesine araştırılmaktadır. Dünya nüfusunun yarısından fazlasının şehirlerde yaşaması ve yüzdesinin giderek artması gerçeğinden dolayı bu konuya artan bir ilgi vardır (Ichim & Sfičá, 2020). Biyoklimatik konfor durumu; insanın çevresine uyum sağlayabilmek için harcayacağı minimum enerjidir (Güngör & Polat, 2012). Sağlık durumu normal ve normal giyinmiş bir insan için kendini rahat hissettiği değerler vardır (Koçman, 1992). İnsanın biyoklimatik olarak rahat hissettiği ortalama koşullar sıcaklığın 21–27,5 °C, nemin %30–65 ve rüzgâr hızının 5 m/s'den az olduğu durumlardır (Özyavuz ve ark., 2018). İnsan bu değerler dışında olan çevresel koşullara doğal tepki göstermektedir. Örneğin, daha sıcak koşullarda terleme ile vücut ısısını düşürürken daha soğuk koşullarda titreme yoluyla ısınmaya çalışmaktadır. Biyoklimatik konfor değeri, insanın kendini rahat hissettiği değer aralığının dışında olduğunda fizyolojik ve psikolojik rahatsızlık ortaya çıkmaktadır ve ortamı terk etme eğilimi görülmektedir (Öztürk & Kadak, 2018). Bu konforun dışında olan durumlarda fiziksel ve zihinsel performansta azalmanın yanı sıra sıcak çarpması ve hipotermi gibi ciddi sağlık sorunlarıyla karşılaşmaktadır (Şensoy ve ark., 2020). Ancak konfor durumu kişiden kişiye değişmekle birlikte bulunulan ortamı konforlu veya konforsuz algılamının altında farklı psikolojik ve fiziksel nedenler olacağı bir gerçektir. (Güngör & Polat, 2012).

Dış mekân iklimsel konforu, algılanması ve dolayısıyla açık alanların kullanımı, mikro iklim koşullarından, özellikle hava sıcaklığı, hava nemi, rüzgâr hızı ve radyasyon akılarından (özellikle güneş radyasyonu), fiziksel bir dizi kişisel parametreden (aktivite, giyim düzeyi ve yaş ayrıca psikolojik faktörler vb.) etkilenmektedir (Oliveira & Andrade, 2007). Biyoklimatik konfor ile ilgili yapılmış çalışmalarda konforu etkileyen faktörler ikiye ayrılmaktadır. Bunlar; başta atmosfer olmak üzere çevresel faktörler ve insanın kendi ile ilgili olan faktörlerdir (Toy & Yılmaz, 2009). Bu nedenle dış

mekân termal konforu ile ilgili önceki araştırma ağırlıklı olarak iki alana odaklanmaktadır: (1) insan davranışlarıyla dış mekân termal çevre arasındaki ilişki (2) biyofiziksel ortamlar ve termal konforun öznel durumlar arasındaki ilişki (Zhou ve ark., 2013). Dış ortamda termal konforu etkileyen anahtar değişkenler sıcaklık, bağıl nem, radyasyon (ışınım) ve rüzgarlardır (Makaremi ve ark., 2012; Şahingöz ve ark., 2014; Topay & Yılmaz, 2004; Yılmaz, 2005). İklimin değişmesi ve şehirlerdeki sıcaklık stresinin artması ile birlikte dış ortam termal konforunun önemi giderek artmaktadır (Honjo, 2009).

Biyoklimatik konfor şartlarının belirlenmesi amacıyla farklı meteorolojik parametreleri değerlendiren teorik ve uygulamalı indisler bulunmaktadır (Güçlü, 2010). Biyoklimatoloji çalışmalarında termal konfor indisleri önemli bir rol oynamaktadır (Güngör & Polat, 2012). Bu indisler, meteorolojik parametrelere karşı insan tepkilerinin ölçümüne dayanmaktadır. Günümüzde, çeşitli parametreler kullanılarak çeşitli termal konfor indisleri geliştirilmiştir. Birkaç meteorolojik parametreyi kullanan nispeten basit ve kullanımı kolay termal konfor indisleri olduğu gibi, hesaplamalarında insanların farklılıklarını içeren daha karmaşık indisler de vardır (Güngör & Polat, 2012). Günümüzde yaygın olarak kullanılan bu indislerden biri Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (FES=PET=Physiologically Equivalent Temperature) indisidir. PET indisini insanın enerji dengesini de dikkate alarak termal çevre koşullarını analiz ederek sonuca ulaşmaktadır (Şahingöz ve ark., 2014). PET'in hesaplanması dört meteorolojik değişkene dayanmaktadır (Walls ve ark., 2015). Bunlar sıcaklık, nispi nem, rüzgâr hızı ve radyasyon değeridir (Erkek ve ark., 2020; Toy, 2010). PET indisinde bulunan değerlerin santigrat derece (°C) cinsinden olması, anlaşılmasını ve yorumlanmasını kolaylaştırmaktadır (Bulgan & Yılmaz, 2017). Meteoroloji hakkında geniş bilgiye sahip olmayan insanlar tarafından anlaşılabilir olması ve dış mekânlarda termal konfor analizi için uygun niteliğe sahip olmasından (Chen & Hg., 2012) dolayı bu çalışmada biyoklimatik konfor şartlarını belirlemek amacıyla PET indisini kullanılmaktadır.

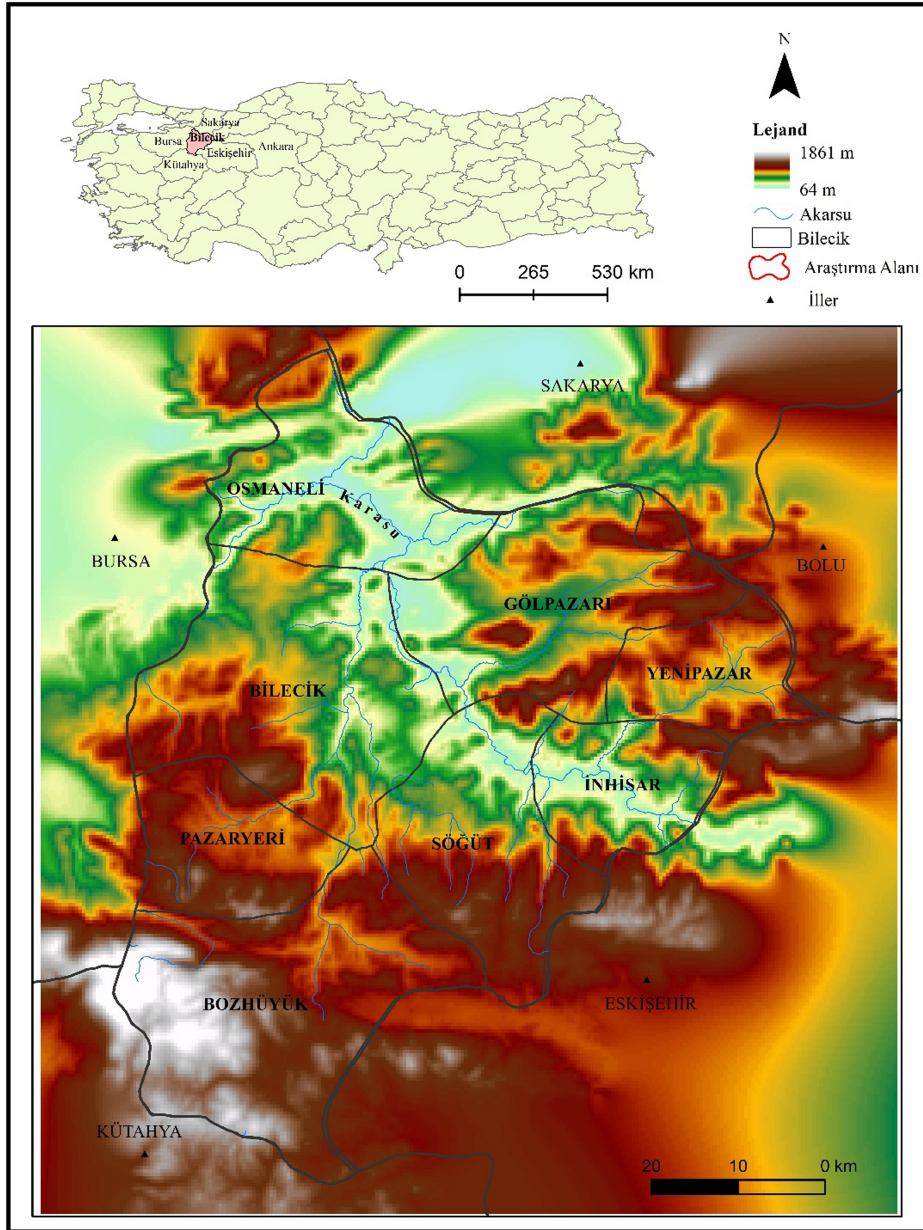
Yöntem

Çalışma Alanı

Bilecik, Marmara Bölgesi'nin Güney Marmara bölümünde yer almaktadır. Doğusunda Bolu ve Eskişehir, güneyinde Kütahya, batısında Bursa ve kuzeyinde Sakarya illeri bulunan Bilecik toplamda 4307 km² alanla Türkiye'nin yüzölçümü en küçük illerindedir (Şekil 1). İlin %32 si dağlık alandan %7'si ovalardan oluşmaktadır (Bilecik Valiliği, 2022) ve topografya doğu-batı doğrultusunda uzanmaktadır. Bilecik'in en önemli su kaynağını Sakarya Nehri ve onun kolu olan Karasu deresi oluşturmaktadır. 1960–2021 verilerine göre Bilecik'in yıllık ortalama sıcaklığı 12,5 °C; yıllık ortalama nemi %67,4 ve yıllık ortalama rüzgâr hızı ise 2,3 m/sn'dir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022).

Çalışma alanını Bilecik ilinin merkez ilçesi oluşturmaktadır. Sadece merkez ilçenin seçilmesinin nedeni hem nüfusun büyük bir bölümünün burada yaşaması hem de PET değerinin hesaplanmasında gerekli olan meteorolojik verilerin sürekliliğidir. Bu nedenle çalışmada biyoklimatik konforun il genelinde mekânsal dağılımı yapılamamış, sadece merkez ilçenin analizi gerçekleştirilmiştir. 2021 verilerine göre 228334 kişi olan Bilecik nüfusunun 86442 kişisi (%37,8) merkez ilçede yaşamaktadır (Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK], 2022).

Çalışmada Bilecik'in PET değerlerini hesaplayabilmek amacıyla Bilecik Meteoroloji Müdürlüğü'nden temin edilen sıcaklık, rüzgâr hızı ve nispi nem verileri kullanılmaktadır. Veriler, 1960–2021 rasat döneminde kesintisiz olarak ölçülmektedir.



Şekil 1.
Çalışma Alanının Lokasyon Haritası.

Çalışmada Bilecik merkez ilçesinde biyoklimatik konfor özelliklerini belirlemek amacıyla Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık-FES (Physiologically Equivalent Temperature- PET) indisi kullanılmaktadır. Bu indisin tercih edilmesindeki en büyük sebep son yıllardaki biyoklimatoloji çalışmalarında yaygın olarak kullanılması ve meteoroloji rasatlarının yanında insan enerjisine ait değişkenleri de dikkate almasıdır (Çalışkan & Türkoğlu, 2012). Ayrıca sonuçların °C cinsinden çıkıyor olması yorumlama ve anlaşılabilirlik açısından büyük avantaj sağlamaktadır. Aynı zamanda PET hesaplamasında elde edilen değerlerle gerek alansal gerekse zamansal dağılımların rahatlıkla yapılabiliyor olması ve farklı mekanların kıyaslanmasına olanak vermesi diğer avantajlarından (Matzarakis ve ark., 1999; Toy & Çağlak, 2018).

Çalışma alanında aylık PET değerlerini hesaplayabilmek için Rayman modeli kullanılmaktadır. PET değerleri, sıcaklık, rüzgâr hızı ve nispi nem değerlerinin Rayman yazılımındaki ilgili alanlara

girilmesiyle elde edilmektedir. Rayman modelinde radyasyon değerinin veri olarak girilmesine gerek bulunmamaktadır. Model kendisi havayı bulutsuz, güneşli kabul ederek otomatik olarak hesaplayabilmektedir (Şensoy ve ark., 2020). Klimatik verilerin yanında Rayman modeliyle PET değerleri hesaplanırken kişisel veriler de hesaplamaya dahil edilmektedir. Bu veriler 80 W'lık metabolizma hızına sahip, giysilerinin ısı transfer derecesi 0,90 clo olan, 35 yaşında, 175 cm boyunda, açık havada bulunan bir erkek bireyi standart olarak hesaplanmaktadır (Çalışkan & Türkoğlu, 2012; Daneshvar, ve ark., 2013). Rayman modeliyle hesaplanan PET değerlerine göre termal algılama aralıkları ve her aralığın belirli fiziksel stres derecesi bulunmaktadır (Tablo 1).

Bulgular

Bilecik, İç Anadolu, Marmara ve Karadeniz bölgeleri arasında kavşak durumunda olması ve topografyasının özelliklerinden dolayı

Tablo 1.

PET Değerlerine Göre Termal Algı ve Fiziksel Stres Dereceleri (Höppe, 1999; Matzarakis & Mayer, 1996)

PET (°C)	Termal Algılama	Fiziksel Stres Derecesi
<4	Çok soğuk	Aşırı soğuk stresi
4–8	Soğuk	Güçlü soğuk stresi
8–13	Serin	Orta derecede soğuk stresi
13–18	Çok az serin	Hafif soğuk stresi
18–23	Konforlu	Termal stres yok
23–29	Çok az sıcak	Çok az sıcak stresi
29–35	Sıcak	Orta derecede sıcak stresi
35–41	Çok sıcak	Güçlü sıcak stresi
>41	Aşırı sıcak	Aşırı sıcak stresi

farklı iklim tiplerine sahiptir. Güneyde ve doğuda kalan Bozüyük, Pazaryeri ve Yenipazar ilçelerinde İç Anadolu bölgesinin karasal iklimi hakimken çalışma alanı olan merkez ilçe ve onun kuzeyiyle batısında Marmara bölgesinin iklimi hakimdir. Sakarya Irmağı'nın kenarı boyunca yer yer mikroklima alanları görülmektedir. En fazla yağışı ocak ve mayıs aylarında alan Bilecik'te yıllık toplam yağış 450 kg/m³ civarındadır. Bilecik'te batı ve kuzeybatı rüzgarları hakim olup yıllık ortalama rüzgar hızı 3,4 m/sn'dir (Bilecik Valiliği, 2022).

Bilecik kent merkezinin 1960–2021 rasatlarına göre sıcaklık, nem ve rüzgâr hızına ait veriler aylık ortalama değerler olarak hesaplanmıştır. Buna göre Bilecik'in yıllık ortalama sıcaklığı 12,5°C'dir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022). İnsanın kendini konforlu hissettiği 21–27,5°C arasındaki değerler çalışma alanında yalnızca temmuz ve ağustos aylarında görülmektedir. Tüm yıl göz önüne alındığında sıcaklık bakımından konforlu hissedilen dönemin payı %16,7'dir.

Çalışma alanının yıllık ortalama nemi %67,4'tür (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022). Nemin biyoklimatik konfor değeri ise %30–65 arasındadır. Bir başka deyişle insan, nemin %30–65 arasında olduğu alanlarda kendini konforlu hissetmektedir. Bilecik'te yılın 6 ayı bu koşulları sağlayan niteliktedir. Nisan-eylül arasındaki dönem optimal nemin ölçüldüğü dönemdir (Tablo 2). Nem oranı %60–65 arasında olan aylar çalışma alanında %50'lik paya sahiptir. Nemin %65–70 olduğu aylar %16,7; nemin %70'in üstünde olduğu aylar ise %33,3'lük paya sahiptir.

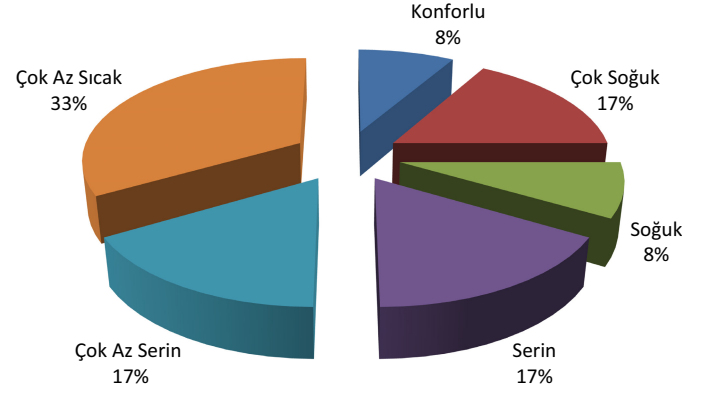
Bilecik ilinin yıllık ortalama rüzgâr hızı 2,3 m/sn'dir (Meteoroloji Genel Müdürlüğü, 2022). İnsanın konforlu hissettiği rüzgâr hızı 5 m/sn'den az olduğuna göre yılın tüm aylarında rüzgâr bakımından konfor değeri dışına çıkacak bir değere rastlanmamaktadır. Tüm aylar 5 m/sn'nin hatta 3 m/sn'nin altındadır. Çalışma alanında %2–2,5 arasındaki aylık ortalama hızlar %83,3'lük paya sahiptir. %16,7'lik pay ise 2,5 m/sn'den daha hızlı rüzgarlara aittir.

Bilecik merkez ilçenin 1960–2021 yılları arasındaki rasatlarına dayanarak yapılan PET indeksi analizinde biyoklimatik konforun

Tablo 2.

Bilecik Merkez İlçesinin 1960–2021 Rasat Döneminde Aylık Ortalama Sıcaklık, Nem ve Rüzgâr Hızı Değerleri

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
Sıcaklık (°C)	2,4	3,8	6,7	11,5	16,1	19,8	22,1	22,1	18,5	13,9	9,0	4,6
Nem (%)	75,1	72,9	68,7	64,5	64,3	62,4	60,7	61,7	63,3	68,9	70,8	75,8
Rüzgâr hızı (m/sn)	2,4	2,4	2,4	2,5	2,5	2,5	2,8	2,7	2,3	2,0	2,0	2,3

**Şekil 2.**

Bilecik Merkez İlçesinde Yıl Genelinde Termal Algılama Dağılımı.

yıl içerisinde farklılık gösterdiği dikkati çekmektedir. Biyoklimatik konfor mayıs ayında (20,1 °C) optimal seviyededir (Şekil 2). Ocak ayı 2,0 °C ile en düşük konfora sahip ayı (Tablo 3) teşkil etmektedir.

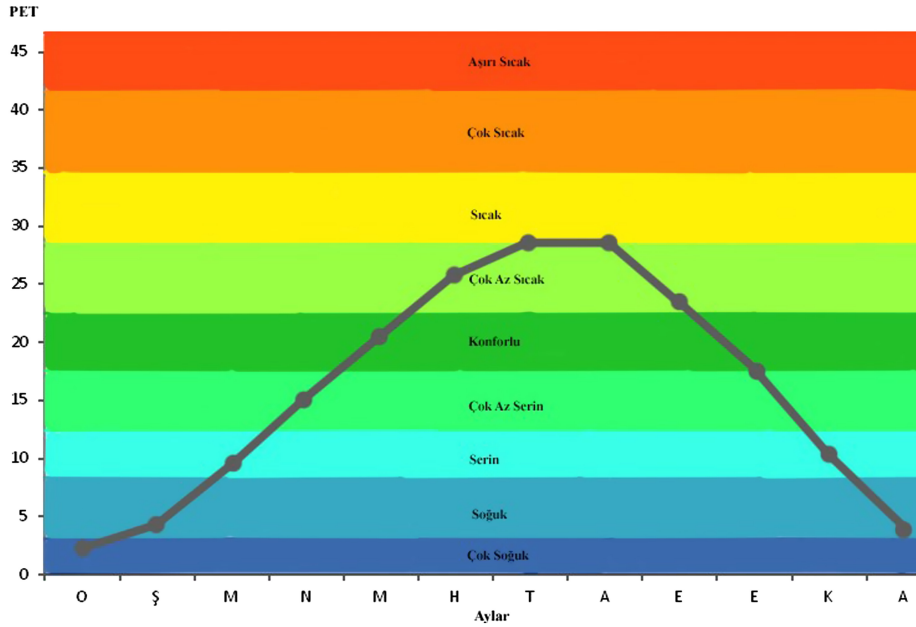
Çalışma alanında yılın %8,4'ü biyoklimatik açıdan konforlu geçmektedir. Yıl içerisinde "çok soğuk" olarak algılanan termal algılama %16,6'lık, "soğuk" termal algılama %8,4'lük, "serin" termal algılama %16,6'lık, "çok az serin" termal algılama %16,6'lık ve "çok az sıcak" termal algılama %33,4'lük paya sahiptir. Yılın 1/3'ü çok az sıcak stresi altında geçmektedir.

Bilecik merkez ilçesinde PET değerlerinin mevsimlik ortalamaları incelendiğinde en düşük ortalamaların 3,4 °C ile kış mevsiminde olduğu görülmektedir. Bunu sırasıyla 14,8°C ile ilkbahar, 17,1°C ile sonbahar ve 27,4°C ile yaz mevsimi takip etmektedir. Bu durumda kış mevsiminde termal algılama "çok soğuk" iken ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde "çok az serin"dir. Yaz mevsiminde ise termal algılama "çok az sıcak" olarak tespit edilmektedir. Çalışma alanında mevsimsel ortalamalarda doğrudan "konforlu" sınıfında yer alan bir mevsim bulunmamakla birlikte konforlu sayılabilecek döneme en yakın ilkbahar ve sonbahar mevsimleridir (Şekil 3). Çalışma alanında mevsimsel ortalamalarda doğrudan "konforlu" sınıfında yer alan bir mevsimin bulunmamasının nedeni olarak, topografyanın uzanış doğrultusu, karasallığın etkileri, bakı ve yükselti faktörleri gösterilebilmektedir. Bu faktörler iklim elemanlarının araştırma alanı içerisindeki dağılımında önemli rol oynarlar (Özgür, 1990). Araştırma alanında topografyanın uzanışı doğu-batı doğrultusunda (Şekil 1) ve kuzeyden güneye doğru ardı ardına sıralanan tepelik-dağlık kuşaklardan oluşmaktadır. Bu durum kuzeyin iklim özelliklerinin güneye geçmesine engellerken, doğu-batı doğrultusundaki hava hareketlerine de kolaylık oluşturmaktadır (Yiğit, 2015).

Çalışma alanındaki PET değerlerinin aylara göre dağılımı incelendiğinde (Şekil 3) ocak ayında çok soğuk termal algılamanın gözlemlendiği tespit edilmektedir. Yıl içerisinde ortalama sıcaklığın gidişatına bakıldığında 2,4 °C ile yılın en soğuk ayını ocak ayı teşkil etmektedir. Çok soğuk termal algı araştırma alanında yalnızca

Tablo 3.
Bilecik'in Merkez İlçesine Ait Aylık PET İndeksi Değerleri

	O	Ş	M	N	M	H	T	A	E	E	K	A
PET değerleri (°C)	2,0	4,6	9,4	14,9	20,1	25,7	28,3	28,3	23,5	17,4	10,4	3,8



Şekil 3.
Bilecik Merkez İlçenin PET Değerlerinin Aylık Dağılımı.

ocak ayında kendini hissettirmektedir. Yine kış mevsimini temsil eden aralık ve şubat aylarında soğuk termal algının etkisini görmekteyiz. Bu durum Türkiye genelinde olduğu gibi çalışma alanında da soğuk dönemde etkisini artıran polar cephe ve ona bağlı gezici depresyonların etkinliklerinden kaynaklanmaktadır. Çok soğuk ve soğuk termal algı ile kıyaslandığında mart ayından itibaren çalışma alanında daha konforlu koşullara geçiş olduğu görülmektedir. Güneş ışınlarının geliş açısına bağlı olarak mart ayından itibaren serin koşullara geçiş yaşanmaktadır. Nisan ayında sıcaklıkların artmasıyla birlikte (11,5°C) serin koşullardan çok az serin koşullara geçilmektedir. Mayıs ayından itibaren çok soğuk ve soğuk stresine yol açan nedenler yerini insan yaşamı ve faaliyetlerine uygun koşullarına bırakmaktadır. Bu ay ile birlikte araştırma alanında termal stresin olmadığı konforlu termal algı şartları yaşanmaktadır. Haziran ayı ile birlikte konforlu koşullardan çıkılmakta, haziran, temmuz ve ağustos ayında çok az sıcak termal stresin yaşandığı görülmektedir. Özellikle temmuz (28,3°C) ve ağustos (28,3°C) ayları ortalama sıcaklıkların da en yüksek olduğu ayları teşkil etmektedir. Yaz sıcaklıklarının çok yüksek olmaması çalışma alanında çok sıcak ve aşırı sıcak termal algının görülmesine neden olmaktadır. Eylül ve ekim aylarında kısmen de olsa konforlu koşullara geçiş belirlenmektedir. Kasım ayı tekrar serin koşullara geçiş koşullarına geçiş yaşanmaktadır.

Sonuç ve Öneriler

İnsan yaşamsal faaliyetlerini dış ortamda sürdürmektedir. Yaşamal faaliyetlerin sürdürülebilirliği de dış ortamın temel öğelerine (iklim, hava, su, toprak vb.) bağlıdır. İklim hem dış ortamın şekillenmesinde hem de insanın yaşamsal faaliyetlerini sürdürmesinde en temel öğelerden birisini teşkil etmektedir. Bu çalışmada PET indeksi aracı ile Bilecik merkez ilçesinin termal konfor şartlarını

ortaya koymak amaçlanmaktadır. Termal konforun yıl içerisindeki değişimi, mevsimlik ve aylık değişimi de belirlenmektedir.

Araştırma alanı Marmara ikliminin karasallaşarak içe sızdığı bir sahada yer almaktadır. Sakarya nehri boyunca topografyanın el verdiği ölçüde yerel iklim koşulları da görülmektedir (Yiğit, 2015). Araştırma alanında topografyanın uzanışı doğu-batı doğrultusunda ve kuzeyden güneye doğru ardı ardına sıralanan tepelik-dağlık kuşaklardan oluşmaktadır. Topografyanın uzanış doğrultusu, karasallığın etkisi ve topografya şartları (yükselti, bakı) iklim elemanlarının araştırma alanı içerisindeki dağılımında önemli rol oynamaktadır. Araştırma alanında topografya şartları (yükselti, bakı) topografyanın uzanış doğrultusu ve karasallık nedeniyle neredeyse bütün yıl boyunca konforsuzluk durumu yaşanmaktadır. Yılın küçük bir döneminin (%8,4) yalnızca biyoklimatik açıdan konforlu geçtiği tespit edilmektedir. Biyoklimatik konfor araştırma sahasında yalnızca mayıs ayında optimal seviyededir. Mayıs ayında sıcaklıktaki artış, azalan yağış ve rüzgâr hızı konforlu şartların ortaya çıkmasında etkindir. Ocak ayı ise 2,0 °C ile en düşük konfora sahip ayı teşkil etmektedir. Çalışma alanında mevsimsel ortalamalarda doğrudan "konforlu" sınıfında yer alan bir mevsim bulunmamakla birlikte konforlu sayılabilecek döneme en yakın mevsimi ilkbahar ve sonbahar mevsimleri oluşturmaktadır. Biyoklimatik konforun yıl içerisinde farklılık gösterdiği dikkati çekmektedir. Araştırma alanında soğuk, serin, az serin ve çok az sıcak koşullar mevcuttur.

Uygunluk sınıfına göre termal konfor açısından en uygun ayı yalnızca mayıs ayı teşkil etmekle birlikte, konforlu sayılabilecek aya en yakın ayları haziran, temmuz ve ağustos ayları oluşturmaktadır. Bu aylarda çok az sıcak stresi yaşanmaktadır. Araştırma alanında sıcak, çok sıcak ve aşırı sıcak şartların yaşanmadığı görülmektedir.

Dış mekân termal konforunun incelenmesi şehirlerde büyük önem taşımaktadır. Günümüzde şehirlerin giderek büyümesi, artan nüfus, iklim değişikliği ve doğal alanların yapay alanlara dönüştürülmesi gibi nedenler termal konfor seviyelerinde strese neden olmaktadır. Bu gibi nedenler kentsel dış mekân termal konforu üzerinde büyük etkiye sahiptir. Yeşil alanlar ve konfor arasında pozitif korelasyonlar vardır, bu nedenle bu tür alanları genişletmek ısı duyularını azaltabilir (Li ve ark., 2021). Şehir içinde yeşil alanlar büyük ölçüde teşvik edilmeli ve benimsenmelidir. Kentsel yapıların konumu ve malzemesi (yansıtma kapasitesi yüksek, ısı emilimini kontrol eden) iyi seçilmelidir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – S.M.; Tasarım – S.M., S.K.; Denetleme – S.M.; Kaynaklar – S.K.; Malzemeler – S.M.; Veri Toplanması ve/veya İşlemesi – S.M., S.K.; Analiz ve/veya Yorum – S.K.; Literatür Taraması – S.K.; Yazıyı Yazan – S.M., S.K.; Eleştirel inceleme – S.M.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – S.M.; Design – S.M., S.K.; Supervision – S.M.; Resources – S.K.; Materials – S.M.; Data Collection and/or Processing – S.M., S.K.; Analysis and/or Interpretation – S.K.; Literature Search – S.K.; Writing Manuscript – S.M., S.K.; Critical Review – S.M.

Declaration of Interests: The authors declare that they have no competing interest.

Funding: The authors declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

- Bilecik Valiliği (2022, 16 Şubat). *Bilecik Coğrafi Yapı*. <http://www.bilecik.gov.tr/cografi-yapi> adresinden edinilmiştir.
- Bulgan, E., & Yılmaz, S. (2017). Farklı kent dokularının yaz aylarında biyoklimatik konfora etkisi: Erzurum örneği. *Journal of the Institute of Science and Technology*, 7(4), 235–242.
- Chen, L., & Ng, E. (Ed.) (2012). Outdoor thermal comfort and outdoor activities: A review of research in the past decade. *Cities*, 29(2), 118–125. [CrossRef]
- Çağlak, S., Aydemir, K. P. K., & Kazancı, G. (2021). Kentleşmenin biyoklimatik konfor şartları üzerine etkileri; Bolu örneği. *City Health Journal*, 2(2), 47–55.
- Çalışkan, O., & Türkoğlu, N. (2012). Türkiye'nin biyoklimatik koşullarının analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 10(2), 151–164. [CrossRef]
- Daneshvar, M. R. M., Bagherzadeh, A., & Tavousi, T. (2013). Assessment of bioclimatic comfort conditions based on Physiologically Equivalent Temperature (PET) using The Rayman Model in Iran. *Open Geosciences*, 5(1), 53–60. [CrossRef]
- Erkek, E., Başaran, N., Atun, R., Kalaycı, Ö., Lamba, H., Öner, A., Çabuk, S. N., Uyguçgil, H., & Ağaçsapan, B. (2020). Biyoklimatik konfor ve arazi kullanımı arasındaki ilişkinin CBS ve UA teknikleri kullanılarak incelenmesi: İzmir ili örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 20, 174–188.
- Erlat, E. (2010). *İklim sistemi ve iklim değişimleri*. Ege Üniversitesi Yayınları Edebiyat Fakültesi Yayın No: 155.
- Güçlü, Y. (2010). Sinop-Ordu kıyı kuşağında iklim konforu ve deniz turizmi mevsiminin iklim koşullarına göre belirlenmesi. *Doğu Coğrafya Dergisi*, 15(23), 119–144.
- Güngör, S., & Polat, A. T. (2012). Bioklimatik konfor ve bioklimatik konfora sahip alanların coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla tespitinde kullanılan yöntemler üzerine bir araştırma. *KSÜ mühendislik bilimleri dergisi*, Özel Sayı, 8–13.
- Honjo, T. (2009). Thermal comfort in outdoor environment. *Global Environmental Research*, 13, 43–47.
- Höppe, P. (1999). The physiological equivalent temperature—a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, 43(2), 71–75. [CrossRef]
- Ichim, P., & Sfiică, L. (2020). The influence of urban climate on bioclimatic conditions in the city of Iași, Romania. *Sustainability*, 12(22), 9652. [CrossRef]
- Koçman, A. (1992). Ege ovalarında iklim koşullarının çevresel etkileri. *Ege Coğrafya Dergisi*, 6, 33–45.
- Lai, D., Guo, D., Hou, Y., Lin, C., & Chen, Q. (2014). Studies of outdoor thermal comfort in Northern China. *Building and Environment*, 77, 110–118. [CrossRef]
- Li, K., Xia, T., & Li, W. (2021). Evaluation of subjective feelings of outdoor thermal comfort in residential areas: A case study of wuhan. *Buildings*, 11(9), 389. [CrossRef]
- Makaremi, N., Jaffar, Z., Salleh, E., & Matzarakis, A. (2012). Study on outdoor thermal comfort in hot and humid context. ICUC8 – 8 th International Conference on Urban Climates, 6th –10th August 2012. Dublin Ireland: University College Dublin.
- Matzarakis, A., & Mayer, H. (1996). *Another kind of environmental stress: Thermal stress*. Who Newsletter.
- Matzarakis, A., Mayer, H., & Iziomon, M. G. (1999). Applications of a universal thermal index: Physiological Equivalent temperature. *International Journal of Biometeorology*, 43(2), 76–84. [CrossRef]
- Meteoroloji Genel Müdürlüğü, (2022, 16 Şubat). Bilecik il ve ilçeler istatistiği. <https://mgm.gov.tr/veridegerlendirme/il-ve-ilceler-istatistik.asp?k=A&m=BILECIK> adresinden edinilmiştir
- Oliveira, S., & Andrade, H. (2007). An initial assessment of the bioclimatic comfort in an outdoor public space in Lisbon. *International Journal of Biometeorology*, 52(1), 69–84. [CrossRef]
- Özgür, E. M. (1990). *Bilecik coğrafyası* [Yayınlanmamış Doktora Tezi, Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Coğrafya Anabilim Dalı].
- Öztürk, S., & Kadak, M. K. (2018). Kastamonu-Çatalzeytin ve çevresinin iklim konforu şartlarının ekoturizm aktiviteleri yönünden incelenmesi. *Karabük Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(1), 12–21.
- Özyavuz, M., Karakaya Aytın, B., & Ertin, D. C. (2018). Analysis of bioclimatic comfort of Tekirdağ (Turkey) province with Geographical Information System. *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 19(1), 407–416.
- Şahingöz, M., Topay, M., & Berberoğlu, S. (2014). Seyhan Havzası biyoklimatik konfor yapısının coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla belirlenmesi. 5. Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (Uzal-Cbs 2014). İstanbul. 14-17 Ekim 2014.
- Şensoy, S., Türkoğlu, N., Çiçek, İ., & Matzarakis, A. (2020). Antalya'nın termal konfor özellikleri, iklim model verileri kullanılarak gelecek projeksiyonları ve turizme etkileri. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 18(2), 124–160.
- Şensoy, S., Türkoğlu, N., Çiçek, İ., & Ünalı, Ü. E. (2018). Antalya'da hesaplanan ve algılanan termal konforun turizm açısından incelenmesi. *Tücaum 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu*. Ankara. 3-6 Ekim 2018.
- Tağıl, Ş., & Ersayın, K. (2015). Balıkesir ilinde dış ortam termal konfor değerlendirmesi. *Uluslararası Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 8(41), 746–755.
- Topay, M., & Yılmaz, B. (2004). Biyoklimatik konfora sahip alanların belirlenmesinde CBS'den yararlanma olanakları: Muğla ili örneği. *Proceedings of the 3th GIS days in Turkey* (pp. 425–434).
- Toy, S. (2010). *Biyoklimatik Konfor Değerleri Bakımından Doğu Anadolu Bölgesi Rekreatyonel Alanlarının İncelenmesi* (Doktora Tezi, Tez No: 274669 Danışman: Doç. Dr. Sevgi Yılmaz). Erzurum: Atatürk Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Peyzaj Mimarlığı Anabilim Dalı.

- Toy, S., & Çağlak, S. (2018). İnsan Biyoklimatik Konfor Şartları Üzerine Kent- sel Alanların Etkisi ve Erzurum Kenti Örneği. ISUEP2018 Uluslararası Kentleşme ve Çevre Sorunları Sempozyumu: Değişim/Dönüşüm/ Özgünlük. 28-30 Haziran 2018. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi.
- Toy, S., & Yılmaz, S. (2009). Peyzaj tasarımında biyoklimatik konfor ve yaşam mekanları için önemi. *Atatürk Üniversitesi Ziraat Fakültesi Dergisi*, 40(1), 133–139.
- Türkiye İstatistik Kurumu [TÜİK] (2022). <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Adrese-Dayali-Nufus-Kayit-Sistemi-Sonuclari-2021-45500>. Erişim tarihi: 22.03.2022.
- Walls, W., Parker, N., & Walliss, J. (2015). Designing with thermal comfort indices in outdoor sites R. H. Crawford & A. Stephan (Eds.). Living and Learning: Research for a Better Built Environment: 49th International Conference of the Architectural Science Association (pp.1117–1128).
- Yiğit, A. (2015). *Bilecik tarihine coğrafyanın etkisi*. Uluslararası Tarihte ve Günümüzde Bilecik ve Çevresi Sempozyumu. <https://docplayer.biz.tr/62204509-Uluslararası-tarih-te-ve-gunumuzde-sempozyumu-international-symposium-bilecik-and-its-surrounding-in-the-past-and-today.html>
- Yılmaz, C. (2005). *Temel ve güncel klimatoloji*. Samsun.
- Zhou, Z., Chen, H., Deng, Q., & Mochida, A. (2013). A field study of thermal comfort in outdoor and semi-outdoor environments in a humid sub-tropical climate city. *Journal of Asian Architecture and Building Engineering*, 12(1), 73–79. [\[CrossRef\]](#)