

Dış Mekân Termal Konfor Koşullarının Zamansal ve Mekânsal Dağılımı: Konyaaltı-Antalya Örneği

Nihat KARAKUŞ^{1*}, Serdar SELİM²

¹Akdeniz Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Uzaktan Algılama CBS ABD, 07058, Antalya
²Akdeniz Üniversitesi, Fen Fakültesi, Uzay Bilimleri ve Teknolojileri Bölümü, 07058, Antalya

Geliş Tarihi (Received): 31.07.2022, Kabul Tarihi (Accepted): 16.09.2022

✉ Sorumlu Yazar (Corresponding author*): nkarakus@akdeniz.edu.tr

☎ +90 242 7357391-8018 📠 +90 242 7357130

ÖZ

Kentlerdeki dış mekân termal konfor, kentsel ortamlarda artan sıcaklıklar ile daha çok önem kazanmaya başlamıştır. Çalışmada Antalya ili Konyaaltı ilçesinin dış mekân termal konfor koşullarının zamansal ve mekânsal dağılımının belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda ilk olarak Konyaaltı ilçesi ve yakın çevresindeki meteoroloji gözlem istasyonlarından iklim verileri (sıcaklık, nem, rüzgâr hızı ve bulutluluk) elde edildi. Çalışmada dış mekân termal konfor koşulları, iklim parametrelerinin yanı sıra insan enerji dengesini de hesaplamalarına dâhil eden ve en yaygın kullanılan termal konfor indekslerinden biri olan FES (Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık) ve RayMan modeli kullanılarak hesaplandı. RayMan Model'i kullanılarak üretilen aylık FES değerlerinin mekânsal dağılımı CBS ortamında IDW analizi kullanılarak elde edildi. Sonuç olarak, Konyaaltı kent merkezi ve yakın çevresinde termal konfor koşulları ilkbahar ve sonbahar mevsiminde kısmen oluşmakta ve diğer mevsimlerde sıcak ve soğuk stres nedeniyle termal konfor koşulları oluşmamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Antalya, coğrafi bilgi sistemleri, fizyolojik eşdeğer sıcaklık, konumsal analiz, termal konfor

Temporal and Spatial Distribution of Outdoor Thermal Comfort Conditions: The Case of Konyaaltı-Antalya, Turkey

ABSTRACT

Outdoor thermal comfort in cities has started to gain more importance with increasing temperatures in urban environments. In this study, it is aimed to determine the temporal and spatial distribution of outdoor thermal comfort conditions in Konyaaltı district of Antalya province. For this purpose, firstly, climate data (temperature, humidity, wind speed and cloudiness) were obtained from meteorology observation stations in Konyaaltı district and its immediate surroundings. In the study, outdoor thermal comfort conditions were calculated using PET (Physiological Equivalent Temperature) and RayMan model, which is one of the most widely used thermal comfort indices, which includes human energy balance as well as climate parameters. Spatial distribution of monthly PET values produced using RayMan Model was obtained using IDW analysis in GIS. As a result, thermal comfort conditions are partially formed in the spring and autumn seasons in Konyaaltı city center and its vicinity, and thermal comfort conditions are not suitable in other seasons due to hot and cold stress.

Keywords: Antalya, geographic information systems, physiological equivalent temperature, spatial analysis, thermal comfort

GİRİŞ

Kentsel alanlarda yaşayan insanlar ekonomik, sosyal veya eğlence amaçlı olduğu kadar yaşanabilirlik ve canlılık için günün çoğunluğu açık havada bulunmaktadır (Chen ve Ng, 2012; Azhar ve ark., 2014). İnsanın dış ortamdaki konforunu etkileyen en önemli bileşen ise iklimdir (Tağıl ve Ersayın, 2015). Dış mekânlarda yapay yüzeylerin artmasıyla artan sıcak hava dalgaları insan sağlığı üzerinde önemli olumsuz etkilere yol açmaktadır (Gasparrini ve Armstrong, 2011; Azhar ve ark., 2014; Savic ve ark., 2018; Jacobs ve ark., 2019; Banerjee ve ark., 2022). Bu bağlamda sadece hava sıcaklığı ölçümlerinin kullanılması insan vücudunun hissettiği sıcaklığı tam olarak ifade etmemektedir. Hissedilen sıcaklık, insan vücudundaki ısı kaybı üzerinde önemli rol oynayan hava sıcaklığı, hava nemi, rüzgâr şiddeti ve güneş radyasyonu gibi meteorolojik faktörlere göre değişkenlik göstermektedir (ASHRAE, 1966; ASHRAE, 1981; Topay, 2012; Mirza, 2014). Atmosfer nemine bağlı olarak değerlendirilen hissedilen sıcaklık, yaz mevsiminde 22.8-26.1°C ve kış mevsiminde de 20-23.9°C aralıklarında optimum olarak kabul edilmektedir (Çınar, 2004). Termal konforu Koichi (1996) insanların sağlıklı ve dinamik bir ortam yaşadığı iklim koşulu olarak, Berköz (1969) insanın minimum miktarda enerji harcayarak çevresine uyabildiği koşullar olarak tanımlanmaktadır. İnsanlar, termal konfor durumuna ulaşabilmek ya da kendisini bulunduğu çevreye adapte edebilmek için belirli miktarda enerji harcamaktadır. İnsanın kendisini konforda hissedebilmesi için vücut sıcaklığının 37°C olması gerekmektedir. Metabolik olaylar vücut sıcaklığını arttırdığından dolayı insan vücut sıcaklığının 37°C olması için çevreden algılanan sıcaklığın 31°C olması gerekmektedir (Çınar, 1999; Mirza, 2014).

Birçok çalışma, kentsel alanlarda insanların dış mekânlarda önemli oranda zaman geçirmesi nedeniyle, insanların sağlık ve memnuniyetini artırmak için en önemli konulardan biri olarak termal konforun sağlanmasına odaklanmaktadır (Erell ve ark., 2012; Hong ve ark., 2019; Sanagar Darbani, 2021). En konforlu termal konfor koşullarını bulmak amacıyla basit ve karmaşık indeksler geliştirilmiştir (Maniatis ve ark., 2020). Basit indekslerin hesaplanmasında iki ve daha fazla iklim değişkeni gerekirken (Unger 1999 ; Yılmaz ve ark., 2007), karmaşık indeksleri hesaplamada yalnızca iklim verileri değil, aynı zamanda giydikleri giysi türü gibi insan özellikleri de hesaba katılmaktadır (Maniatis ve ark., 2020). Basit veya karmaşık fark etmeksizin termal indeksler, insanların meteorolojik olaylara bağlı olarak verdikleri tepkileri belirlemeye yöneliktir (Çalışkan ve Türkoğlu, 2012). PMV (Fanger, 1972), SET (Gagge ve

ark., 1986), PET (Höppe, 1999), ve UTCI (Jendritzky ve ark., 2012) son yıllarda en çok kullanılan termal konfor indeksleridir. PET indeksi, birçok bilim alanında insan termal konforu ile ilgili birçok çalışmada kullanılan ve en iyi bilinen indekslerden biridir (Nastos ve Matzarakis, 2006; Analitis ve ark., 2008 ; Almeida ve ark., 2010 ; Matzarakis, 2012; Bleta ve ark., 2014; Maniatis ve ark., 2020).

Termal konfor, insanın çevresindeki ortamdan memnuniyetini ifade eden bir indeks (ASHRAE, 2004) olduğu için kentsel alanlarda termal konforun belirlenmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Nikolopoulou ve Lykoudis 2006; Fröhlich ve Matzarakis 2013; Charalampopoulos ve ark., 2015; Nastos ve Polychroni, 2016; Maniatis ve ark., 2020). Türkiye'de farklı lokasyonlarda dış mekân termal konforun belirlenmesine yönelik birçok çalışma yapılmıştır (Topay ve Yılmaz, 2004; Güngör ve Cengiz, 2006; Yılmaz, 2006; Çetin, ve ark., 2010; Gümüş, 2012; Çalışkan ve ark., 2013; Kestane ve Ülgen, 2013; Şahingöz, ve ark., 2014).

Bir bölgenin dış mekân termal konfor koşullarını ortaya koymak üzere geliştirilen ve son yıllarda yaygın olarak kullanılan en önemli indekslerden biri de "Enerji dengesi"ne dayalı olarak hazırlanan Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklıktır (FES) (Matzarakis ve ark., 1999; Wai ve ark., 2020). FES, farklı iklim koşullarına sahip bölgelerde termal bileşenlerin değerlendirilmesi için çok uygun bir yöntemdir. Bu yöntemi diğer yöntemlerden ayıran en önemli özelliği, iklim parametrelerinin yanı sıra bölgenin coğrafi ve mekânsal özellikleri ile insanın fizyolojik özelliklerini dikkate alarak sonuçlara yansıtan bir indeks olmasıdır. FES, sonuçları °C cinsinden verdiği için dış mekân termal konfor koşullarına gereksinim duyan birçok meslek disiplini tarafından kullanılmaktadır. Konfor durumu grafiklerle ifade edilebildiği gibi, haritalar şeklinde de ifade edilebilmektedir (Matzarakis ve ark., 1999; Toy, 2010; Şahingöz, 2017).

Geniş ve dağınık bir coğrafyaya sahip ülkeler ve şehirlerde meteoroloji gözlem istasyonlarının sınırlı olması nedeniyle meteorolojik ölçümler her yerde yapılamamaktadır. Bu durumda, nokta tabanlı iklim verilerinin mekânsal dağılımını modellemek için CBS teknikleri kullanılmaktadır (Güngör ve Polat, 2012). CBS'nin birçok çalışmada mekânsal verinin hazırlanması, analiz edilmesi ve sonuç ürünü olarak elde edilmesi sürecindeki gücü, insan konforunu belirlemede kullanılan termal konfor çalışmalarının mekânsal dağılımını modellemesinde de başarılı bir şekilde kullanılmıştır. Literatürde CBS destekli birçok termal konfor çalışması bulunmaktadır (Topay ve Yılmaz, 2004; Wang ve ark.,

Dış Mekân Termal Konfor Koşullarının Zamansal ve Mekânsal Dağılımı: Konyaaltı-Antalya Örneği

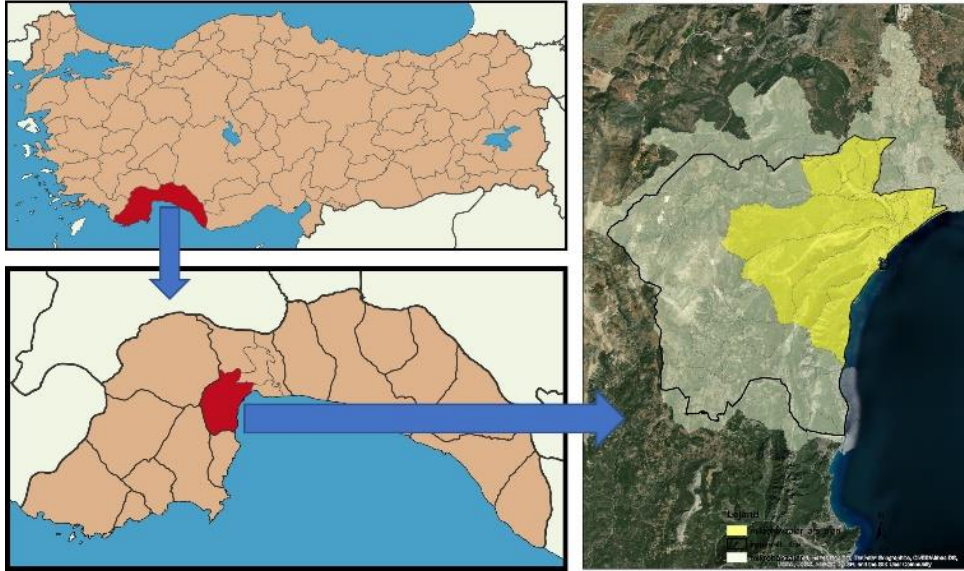
2004; Yılmaz, 2006; Topay, 2007; Çalışkan ve Türkoğlu, 2012; Gümüş, 2012; Daneshvar ve ark., 2013; Kestane ve Ülgen, 2013; Topay, 2013; Şahingöz ve ark., 2014; Pawar ve ark., 2015; Tağıl ve Ersayın, 2015).

Çalışmada Antalya ili Konyaaltı ilçesinin dış mekân termal konfor koşullarının FES indeksi kullanılıp RanMan modelinde analiz edilerek zamansal dağılımının ve CBS ortamında IDW analizi kullanılarak mekânsal dağılımının belirlenmesi ve termal konforun aylık ve mevsimsel olarak haritalandırılması amaçlanmıştır.

MATERYAL VE YÖNTEM

Çalışma alanı

Çalışma alanı olarak Türkiye'nin güneyinde ve Akdeniz'e kıyısı olan Antalya ili Konyaaltı ilçesi kent merkezi ve yakın çevresi seçilmiştir. Çalışma alanının sınırları belirlenirken DSI tarafından hazırlanan havza ve mikro havza verilerinden yararlanılmıştır. Konyaaltı ilçesinde 57 adet mikro havza bulunmaktadır. Çalışma kapsamında Konyaaltı kent merkezi ve yakın çevresini kapsayan 21 mikro havzanın seçilmesiyle çalışma alanının sınırları belirlenmiştir (Şekil 1). Konyaaltı ilçesi, Antalya ili kent merkezinin güneybatısında yer alan, Kuzeyinde Döşemealtı, Kuzeybatısında Korkuteli, Batısında Kumluca, doğusunda Muratpaşa, Kuzeydoğusunda Kepez ilçeleri bulunmaktadır. Güneyinde Akdeniz ve Konyaaltı plajı bulunmaktadır. Çalışma alanının küresel konumlandırılması WGS84 36N koordinat sistemine göre yapılmıştır.



Şekil 1. Çalışma alanı

Veri Seti

Çalışma alanının sınırlarının belirlenmesi kapsamında DSI tarafından oluşturulan mikro havza verileri kullanılmıştır. Termal konfor koşullarının zamansal olarak belirlenmesinde, çalışma alanı içerisinde ve çevresinde yer alan 4 meteoroloji gözlem istasyonu iklim verilerinin (sıcaklık, nem, rüzgâr hızı ve bulutluluk) aylık ortalamaları ile kişisel veriler kullanılmıştır. Meteoroloji gözlem istasyonları hakkında detaylı bilgi Tablo 1'de verilmiştir. Meteoroloji gözlem istasyonlarının konumlarına ait harita da Şekil 2'de verilmiştir. Konyaaltı ve

Antalya Bölge meteoroloji gözlem istasyonları denize yakın ve düşük yükseltide yer almaktadır. Döşemealtı / Nebiler Orman Sahası ve Korkuteli/Bük Orman Sahası meteoroloji gözlem istasyonları denizden uzak ve deniz seviyesinden daha yüksek rakımlarda yer almaktadır. Termal konforun mekânsal dağılımının belirlenmesinde ArcGIS yazılımı kullanılmıştır. Çalışmada ayrıca Aster DEM ve ArcGIS Basemap görüntülerinden yararlanılmıştır.

Dış Mekân Termal Konfor Koşullarının Zamansal ve Mekânsal Dağılımı: Konyaaltı-Antalya Örneği



Şekil 2. Çalışmada kullanılan meteoroloji gözlem istasyonları

Tablo 1. Meteoroloji gözlem istasyonları

İstasyon no	İstasyon adı	Konumu	Rakım
17304	Konyaaltı	36°50'24.0"N 30°36'36.0"E	4
17302	Antalya Bölge	36°53'06.4"N 30°40'58.1"E	47
18016	Döşemealtı / Nebiler Or- man Sahası	36°57'00.4"N 30°36'09.0"E	266
18015	Korkuteli/Bük Orman Sa- hası	36°58'13.1"N 30°26'02.0"E	489

Çalışma alanı içerisinde sadece Konyaaltı (17304) meteoroloji istasyonu bulunmaktadır. Termal konforun mekânsal dağılımını yapabilmek için üç ve daha fazla meteoroloji gözlem istasyonu verisine ihtiyaç olduğu için çalışma alanının yakın çevresinde yer alan Antalya Bölge (17302), Döşemealtı / Nebiler Orman Sahası (18016) ve Korkuteli/Bük Orman Sahası (18015) meteoroloji gözlem istasyonları da çalışma kapsamında yer almıştır. Bulutluluk verisi her meteoroloji gözlem istasyonunda ölçümlenmediği için Antalya Bölge Meteoroloji gözlem istasyonu bulutluluk ölçüm değeri diğer meteoroloji gözlem istasyonlarında benzer bulutluluk değeri olarak kabul edilmiştir. Meteoroloji gözlem istasyonlarından elde edilen iklim verilerin aylık ortalamaları Tablo 2'de verilmiştir.

Çalışma alanı yazları sıcak ve kurak, kışları ılık ve yağışlı olan tipik Akdeniz iklim kuşağı özelliklerini taşımakta olup denize yakın olan ve çalışma alanı içerisinde bulunan Konyaaltı meteoroloji gözlem istasyonunun yıllık ortalama sıcaklığı 17.9°C, nispi nemi %65.7 ve rüzgâr hızı 2.5 m/s'dir. Çalışma alanı çevresinde yer alan ve denize yakın olan Antalya Bölge meteoroloji gözlem istasyonunun yıllık ortalama sıcaklığı 20.2°C, nispi nemi %60.9 ve rüzgar hızı 1.9 m/s'dir. Denizden uzak ve yüksek rakımda yer alan Döşemealtı / Nebiler Orman Sahası meteoroloji gözlem istasyonunun yıllık ortalama sıcaklığı 18.4°C, nispi nemi %64 ve rüzgar hızı 2.3 m/s'dir. Korkuteli/Bük Orman Sahası meteoroloji gözlem istasyonunun yıllık ortalama sıcaklığı 16.0°C, nispi nemi %66.5 ve rüzgar hızı 1.3 m/s'dir. Meteoroloji gözlem istasyonlarının hepsinde Ağustos ayında en yüksek, Ocak ayında en düşük sıcaklık ölçülmüştür.

Dış Mekân Termal Konfor Koşullarının Zamansal ve Mekânsal Dağılımı: Konyaaltı-Antalya Örneği

Tablo 2. Meteoroloji gözlem istasyonları aylık ortalama verileri

Meteoroloji İstasyonu		Aylar												
No	Adı	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
17304	Konyaaltı	Ortalama Sıcaklık (°C)	10,9	12,5	14,4	17,3	21,1	25,5	28,9	29,6	26,6	21,7	16,9	12,5
		Ortalama Nem (%)	69,4	69,6	67,2	70,4	73,6	68,6	64,6	59,5	59,6	58,4	60,6	66,6
		Ortalama Bulutluluk (1/8)	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0
		Ortalama Rüzgâr Hızı (m/s)	2,7	2,6	2,5	2,5	2,4	2,5	2,5	2,5	2,6	2,5	2,3	2,4
17302	Antalya Bölge	Ortalama Sıcaklık (°C)	11,4	12,9	14,8	17,7	21,3	25,6	29,0	29,6	26,8	22,2	17,6	13,2
		Ortalama Nem (%)	64,5	64,8	60,9	63,7	67,5	63,2	60,3	58,5	56,8	53,8	55,5	60,8
		Ortalama Bulutluluk (1/8)	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0
		Ortalama Rüzgâr Hızı (m/s)	2,3	2,2	2,0	2,0	1,9	1,9	1,9	1,8	1,9	1,8	1,7	1,9
18016	Döşemealtı/Nebiler Orman Sahası	Ortalama Sıcaklık (°C)	9,1	10,9	12,8	15,8	20,0	24,4	28,2	28,7	25,3	19,8	14,8	10,5
		Ortalama Nem (%)	72,4	66,4	67,8	67,9	69,1	61,0	56,1	55,0	57,3	59,4	64,6	70,5
		Ortalama Bulutluluk (1/8)	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0
		Ortalama Rüzgâr Hızı (m/s)	2,5	2,4	2,4	2,3	2,2	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,1	2,4
18015	Korkuteil/Bük Orman Sahası	Ortalama Sıcaklık (°C)	6,6	8,2	10,4	13,9	18,3	22,9	26,3	27,0	23,4	16,8	11,1	7,1
		Ortalama Nem (%)	76,1	72,7	70,2	68,1	68,9	62,4	55,4	55,0	58,6	63,1	70,4	76,6
		Ortalama Bulutluluk (1/8)	4,0	4,0	3,0	3,0	3,0	2,0	1,0	1,0	1,0	2,0	2,0	3,0
		Ortalama Rüzgâr Hızı (m/s)	1,2	1,3	1,4	1,4	1,4	1,4	1,5	1,5	1,4	1,1	0,9	0,9

Yöntem

Çalışmada iklim verilerin analize hazırlanması sonrasında aylık termal konfor koşulları, RayMan modelinde FES (Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık) indeksi kullanılarak hesaplanmıştır. RayMAN modeline göre elde edilen termal konforun mekânsal dağılımının belirlenmesinde CBS ortamında IDW (Ters Ağırlıklı Ortalama) analizi kullanılmıştır. Sonuç olarak elde edilen haritalar, FES değerinin dağılımına (Tablo 3) uygun olarak sınıflandırılmıştır.

FES (Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık) İndeksi

Termal konfor koşullarını belirlemeye yönelik son yıllarda en çok kullanılan indeks Höppe (1999)'nin insa-

nın cilt ve iç sıcaklığının dış ortamdaki dengesini bulmaya dayalı yaklaşımıyla belirlemiş olduğu fizyolojik eşdeğer sıcaklık indeksidir (PET; Physiological Equivalent Temperature). FES tipik bir iç mekân ortamında, insan vücudunun enerji bütçesinin, değerlendirilecek karmaşık dış ortam koşulları ile aynı cilt sıcaklığı ile dengelendiği hava sıcaklığı olarak tanımlanmaktadır (Mayer ve Höppe 1987, Höppe 1999, Matzarakis ve ark., 1999). FES'de gerçek ortamın termal etkisi, insan enerji denge denklemi ile değerlendirilir (Denklem 1). Denklemde herhangi bir zamanda bu değişkenlerin toplamının sifıra eşit olduğu varsayılmaktadır (Höppe, 1999). Çalışmada FES indeksi, atmosfer parametrelerin yanı sıra kişilerin fizyolojik özelliklerini de dikkate alması ve bu özellikleri sonuçlara yansıtıp termal konforu santigrat derece cinsinden verdiği (Höppe, 1999; Çalışkan ve Türkoğlu, 2012; Chen ve Matzarakis,

Dış Mekân Termal Konfor Koşullarının Zamansal ve Mekânsal Dağılımı: Konyaaltı-Antalya Örneği

2018; Şensoy ve ark., 2020) için tercih edilmiştir. Çalışmada kişisel veriler RayMan sabiti olarak kullanılan 80W'lık metabolizma hızı olan, giysilerinin ısı transferi 0.90 clo, 35 yaşında, 175 cm boyunda, dış mekanda açık havada bulunan bir erkek birey olarak kullanılmıştır (Çalışkan ve Türkoğlu, 2012; Daneshvar, ve ark., 2013; Matzarakis, 2017).

$$M + W_o + R + C + E_{sk} + E_{res} + E_{sw} + S = 0 \quad (1)$$

M: metabolik ısı, **W_o**: mekanik çalışma, **R**: radyasyon akıları, **C**: hissedilebilir ısı, **E_{sk}**: deri yoluyla gizli ısı **E_{res}**: solunum yoluyla gizli ısı, **E_{sw}**: terleme yoluyla gizli ısı, **S**: Isıl depolama (Karalı bir durumda 0 W'a eşit olduğu varsayılır) (Höppe, 1999).

FES indeksinin bilgisayar tabanlı hesaplanmasına olanak tanıyan ve yaygın olarak kullanılan model, RayMan modelidir (Matzarakis ve ark., 1999). RayMan, basit ve karmaşık ortamlarda radyasyon akılarını hesaplamak için Freiburg Albert Ludwigs Üniversitesi'nde geliştirilen mikro ölçekli bir modeldir. Model, kısa dalga radyasyon akılarını bulutlar ve katı engellerin etkisiyle birlikte tahmin etmektedir. Karmaşık yapıları dikkate alan model, farklı yerel ve bölgesel düzeylerde kullanım ve planlama amaçlarına uygundur (Matzarakis ve ark., 2007, 2010, 2017). Bu model insanlar için enerji dengesi indeksinin hesaplanmasında girdi olarak kullanılan ortalama radyan sıcaklığı (T_{mrt}) hesaplamaktadır. İnsan enerji dengesine dayalı termal indekslerin hesaplanabilmesi için meteorolojik (hava sıcaklığı, rüzgar hızı, nispi nem, kısa ve uzun dalga radyasyon akıları) ve termo-fizyolojik (aktivite ve giysi) veriler gereklidir (Matzarakis ve ark., 2017). Modelin çıktısı olarak ürettiği biyoklimatik indeksler, Matzarakis ve ark. (1999) tarafından belirlenen biyoklimatik konfor ölçütlerine göre sınıflandırılarak (Tablo 3) turizmde, enerjide, sağlıkta, iş sağlığı ve güvenliğinde, mekânsal planlamada, kentsel ve kırsal biyoiklimsel konfor çalışmalarında insan termal konforunu değerlendirmede kullanılmaktadır (Şensoy ve ark., 2020). Termal konforun sınıflandırılmasında Matzarakis ve ark. (1999) tarafından belirlenen konfor ölçütleri kullanılmıştır.

Table 3. Termal konfor ve FES değerleri (Matzarakis ve ark., 1999)

FES (°C)	Isıl algılama	Fizyolojik stres değeri
<4	Çok Soğuk	Çok Şiddetli Üşüme Stresi
4 – 8	Soğuk	Şiddetli Üşüme Stresi
8 – 13	Serin	Orta Dereceli Üşüme Stresi
13 – 18	Hafifçe Serin	Hafifçe Üşüme (Ürperme Stresi)
18 – 23	Konforlu	Isı Stresi Yok
23 – 29	Hafifçe Ilık	Hafifçe Isınma Stresi
29 – 35	Ilık	Orta Derecede Isınma Stresi
35 – 41	Sıcak	Şiddetli Isınma Stresi
>41	Çok Sıcak	Çok Şiddetli Isınma Stresi

IDW Analizi

IDW, 1970'lerden beri Tobler'in birinci yasası (coğrafyanın birinci yasası) kavramına dayanmaktadır. "Her şeyin diğer her şeyle ilişkili olduğu, ancak yakın şeylerin uzak şeylerden daha fazla ilişkili olduğu" şeklinde tanımlanmıştır. IDW, 1972'de ABD Ulusal Hava Servisi tarafından geliştirildi ve hesaplamada belirli istatistiksel varsayımları karşılama gereksinimi olmadığı için deterministik bir yöntem olarak sınıflandırıldı (Chen ve Liu, 2012). IDW yöntemi ayrıca çok değişkenli enterpolasyon işlemlerinde kullanılmaktadır. Genel fikri, örneklenmemiş bir noktanın öznitelik değerinin, mahalle içindeki bilinen değerlerin ağırlıklı ortalaması olduğu varsayımına dayanmaktadır (Lu ve Wong, 2008). Ters mesafe ağırlıklı (IDW), her bir işleme hücrelerinin komşuluğundaki örnek veri noktalarının değerlerinin ortalamasını alarak hücre değerlerini tahmin eden bir enterpolasyon yöntemidir. IDW enterpolasyonu, birbirine yakın olan şeylerin birbirinden uzak olanlardan daha fazla benzer olduğu varsayımını uygulamaktadır. Hangi bir ölçülmemiş konuma ait bir değer tahmin etmek için IDW, tahmin konumunu çevreleyen ölçülen değerleri kullanmaktadır. Tahmin konumuna en yakın olan ölçülen değerler, tahmin edilen değer üzerinde uzaktakilerden daha fazla etkiye sahip olmaktadır. Bu nedenle IDW, ölçülen her noktanın mesafe ile azalan yerel bir etkiye sahip olduğunu varsaymaktadır. Tahmin konumuna daha yakın olan noktaları, uzaktakilerden daha fazla ağırlıklandırıldığı için yöntemin adı ters mesafe ağırlıklıdır (Watson, 1985; Samanta ve ark., 2012). Birçok termal konfor çalışmalarında olduğu gibi bu çalışmada da, termal konforun mekânsal dağılımının belirlenmesinde ters mesafe ağırlıklandırması kavramına dayanan IDW yöntemi kullanılmıştır (Topay, 2007; Zengin ve ark., 2010; Topay, 2013; Sancar ve ark., 2020; Semahi ve ark., 2020; Masoudi, 2021).

BULGULAR VE TARTIŞMA

Konyaaltı termal konfor koşullarını belirlemek için iklim, kişisel ve aktivite verilerinin RayMan modelinde analiz edilmesi sonucunda aylık ve mevsimlik FES değerleri elde edilmiştir. Kış mevsimine ait FES değerinin CBS ortamında mekânsal dağılımını gösteren harita Şekil 3'te verilmiştir. Kış mevsiminde soğuk ve hafif soğuk stres nedeniyle termal konfor koşulları oluşmamıştır. Aralık ve Ocak ayında çalışma alanını kuzeyinden güneybatısına kadar kentsel yerleşim yerinin sınırlı olduğu, daha çok orman alanının olduğu alanlarda çok soğuk stres ve yerleşim alanın yoğun olduğu yerlerde soğuk stres nedeniyle termal konfor koşulları oluşmamıştır. Şubat ayında havalarında biraz ısınması ile çalışma alanının doğusunda ve güneyindeki yerleşim yerlerinde hafif soğuk stres oluşurken, çalışma alanının geri kalanında soğuk stres nedeniyle termal konfor koşulları oluşmamıştır.

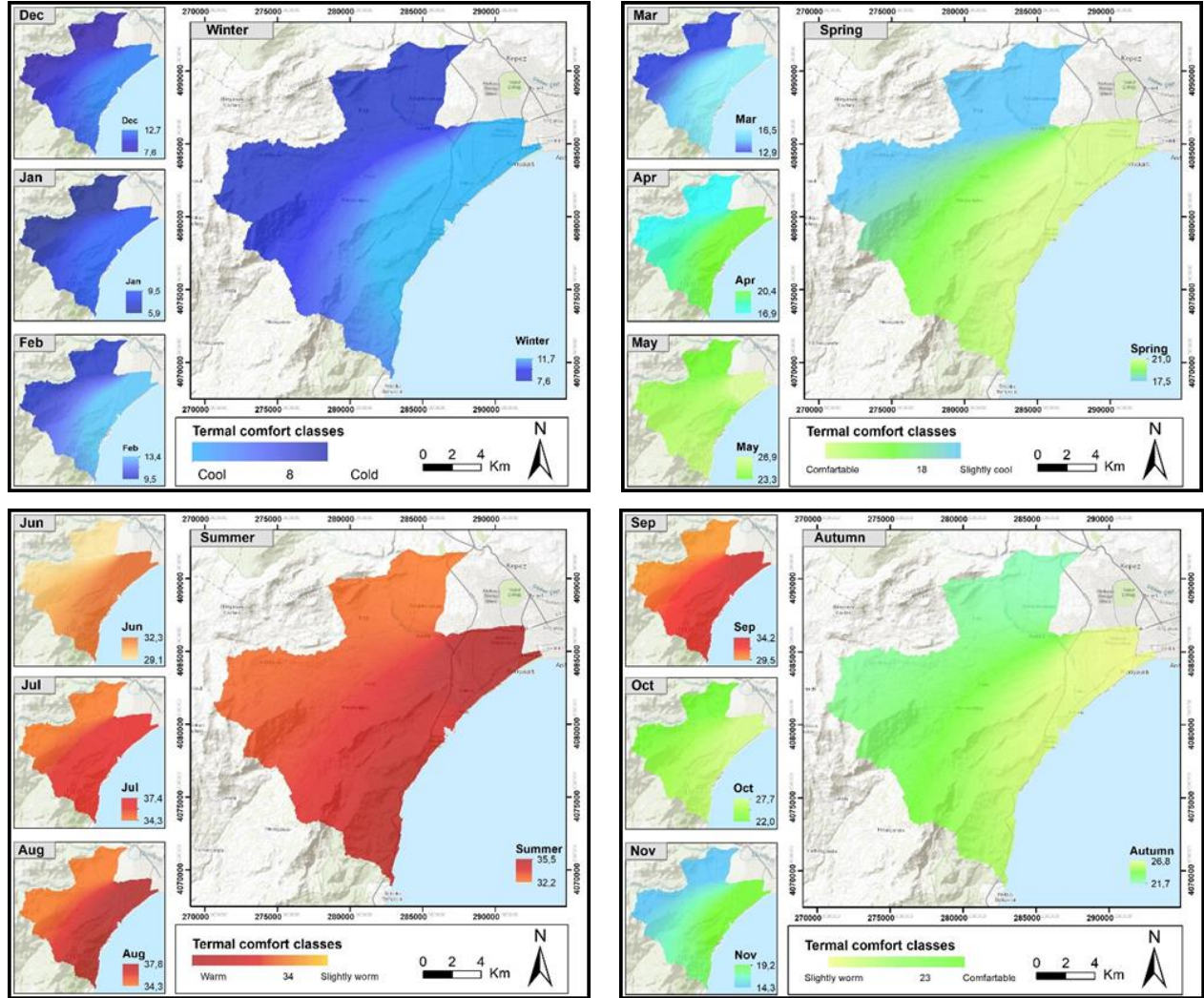
İlkbahar mevsimine ait FES değerinin CBS ortamında mekânsal dağılımını gösteren harita, Şekil 3'te verilmiştir. İlkbahar mevsiminde çalışma alanının doğusunda ve güneyinde yükseltinin düşük ve kentsel yerleşimin yoğun olduğu yerlerde termal konfor koşulları oluşurken, kuzeyinde ve batısında yükseltisi fazla olan ormanlık alanlarda hafif soğuk stres nedeniyle termal konfor koşulları oluşmamıştır. Mart ayında çalışma alanının kuzeyinde ve güneyindeki orman alanlarının olduğu yerlerde soğuk stres, doğusunda ve güneyinde kentsel yerleşim alanın yoğun olduğu yerlerde hafif soğuk stres nedeniyle termal konfor koşulları oluşmamıştır. Nisan ayında havalarında ısınması ile yükseltinin düşük olduğu kentsel yerleşim yerlerinde termal konfor koşulları oluşurken, yükseltinin fazla olduğu ormanlık alanlarda hafif soğuk stres nedeniyle termal konfor koşulları oluşmamıştır. Mayıs ayında artan sıcaklıklar sonucunda çalışma alanının doğusundaki yoğun yerleşim yerlerinde konfor koşulları hafif sıcak strese doğru bozulma gösterirken, güneyinde yoğun yerleşim yeri olmasına rağmen termal konfor koşulları denizden gelen esinti ile ortamdaki nemin dağılması sonucunda daha az bozulmuştur. Mayıs ayında özellikle çalışma

alanının kuzeyinde termal konfor koşullarında hafif bozulma olmuştur.

Yaz mevsimine ait FES değerinin CBS ortamında mekânsal dağılımını gösteren harita Şekil 3'te verilmiştir. Yaz mevsiminde özellikle sıcaklık ve nemin artması ile çalışma alanında sıcak stres nedeniyle termal konfor koşulları oluşmamıştır. Haziran ayında yerleşim yerlerinin yoğun olduğu yerlerde daha fazla, ormanlık alanların olduğu yerlerde ise daha az orta sıcak stres oluşması nedeniyle çalışma alanının tamamında termal konfor koşulları oluşmamıştır. Temmuz ve Ağustos aylarında sıcaklığın en yüksek derecelere çıkması ve bulutluluğun olmaması nedeniyle çalışma alanının kuzeyinde orta sıcak stres oluşan orman alanı hariç neredeyse tamamında çok sıcak stres nedeniyle termal konfor koşulları oluşmamıştır.

Sonbahar mevsimine ait FES değerinin CBS ortamında mekânsal dağılımını gösteren harita Şekil 3'te verilmiştir. Sonbahar mevsiminde çalışma alanının doğusunda ve güney doğusunda yükseltinin düşük ve kentsel yerleşimin yoğun olduğu yerlerde termal konfor koşulları hafif sıcak stres nedeniyle bozulurken, kuzeyinde ve batısında yükseltisi fazla olan az yoğunluklu yerleşim alanları ve ormanlık alanlarda termal konfor koşulları oluşmuştur. Eylül ayında sıcaklığın yaz mevsimine nispeten biraz düşmesi ancak sıcak hava dalgasının devam etmesi nedeniyle çalışma alanının doğusunda ve güneyinde orta sıcak stres, kuzeyinde ve batısında hafif sıcak stresten dolayı termal konfor koşulları oluşmamıştır. Ekim ayında sıcaklığın düşmesi ve bulutluluğun artması ile çalışma alanının kuzeyinde ve batısında termal konfor koşulları oluşurken, doğusunda ve batısında hafif sıcak stres nedeniyle termal konfor koşulları oluşmamıştır. Kasım ayında havaların soğumasıyla çalışma alanının kuzeyinde ve batısında yükseltinin fazla olduğu yerlerde hafif soğuk stres nedeniyle termal konfor koşulları oluşmazken, doğusunda ve güneyinde yükseltinin az olduğu yoğun yerleşim yerlerinde termal konfor koşulları oluşmuştur.

Dış Mekân Termal Konfor Koşullarının Zamansal ve Mekânsal Dağılımı: Konyaaltı-Antalya Örneği



Şekil 3. Konyaaltı aylık ve mevsimlik termal konfor koşullarının mekânsal dağılımı (FES)

Konyaaltı kentsel yerleşim yoğunluğu çalışma alanının kuzeydoğu-güneybatı doğrultusunda güneydoğu yönündedir. Bu doğrultunun kuzeybatı yönü düşük yoğunluklu yerleşim alanları ve daha çok ormanlık alanlarından oluşmaktadır. Kentsel yoğunluğun fazla olduğu alanlarda Nisan, Mayıs ve Ekim ayları olmak üzere yılda 3 ay termal konfor koşulları oluşmaktadır. Haziran ayı ile Eylül ayı arasında sıcak stres, Kasım ayı ile Mart ayı arasında soğuk stres nedeniyle termal konfor koşulları çalışma alanının tamamında oluşmaktadır. Olgay (1973)'inde belirttiği gibi, Akdeniz iklim kuşağında termal konfor koşulları en çok Mayıs ile Ekim ayı arasında gün içerisinde bozulmaktadır. Çalışmada da termal konfor koşullarının en fazla bozulduğu aylar sıcaklık, nispi nem ve hâkim rüzgâr koşullarına bağlı olarak Mayıs-Ekim ayları arasında olduğu için Akdeniz ikliminin genel karakteristik özelliğini yansıtmaktadır.

Çalışma alanının güneyinde açık deniz bulunmasından dolayı rüzgârın denizsel etkiyi içerilere kadar taşınmasıyla yılın sıcak aylarında termal konfor koşullarının oluşması beklenmesine karşın, kentleşmenin deniz kenarından itibaren başlaması ve beton alanların gün içerisinde fazla enerji absorpsiyonundan dolayı daha sıcak olmasına neden olması sonucunda Haziran ile Eylül ayı arasında termal konfor koşulları oluşmamıştır. Akdeniz iklim kuşağında bulunan bölgelerde yapılan çalışmaların çoğunda termal konfor koşulları Mayıs ile Ekim ayı arasında sıcak stres nedeniyle bozulmaktadır (Olgay, 1973; Topay ve Yılmaz, 2004; Çınar ve ark., 2016; Erkek ve ark., 2020).

SONUÇ

Antalya ili Konyaaltı ilçesinin dış mekân termal konfor koşullarının zamansal ve mekânsal dağılımının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmada aylık ve mevsimlik termal konfor haritası oluşturulmuştur. Kış mevsiminde orta ve çok soğuk stres nedeniyle, yaz mevsiminde de orta ve çok sıcak stres nedeniyle termal konfor koşulları oluşmamaktadır. İlkbahar mevsiminde mart ayında soğuk stres nedeniyle termal konfor koşulları oluşmazken, nisan ve mayıs aylarında termal konfor koşulları oluşmaktadır. Sonbahar mevsiminde eylül ayında sıcak stres nedeniyle termal konfor koşulları oluşmazken, ekim ve kasım aylarında termal konfor koşulları oluşmaktadır. Sonuç olarak, Konyaaltı'nda termal konfor koşulları ilkbahar ve sonbahar mevsimlerinde oluşmakta, Kış ve yaz mevsimlerinde sıcak ve soğuk stres nedeniyle termal konfor koşulları oluşmamaktadır. Çalışmada üretilen termal konfor haritaları, Konyaaltı ilçesindeki planlama çalışmalarında karar vericilere dış mekân termal konfor koşulları hakkında kaynak teşkil etmektedir.

TEŞEKKÜR

Çalışma alanı ve çevresindeki iklim verilerinin temin edilmesi konusundaki desteklerinden dolayı Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

Almeida, S.P., Casimiro, E., Calheiros, J. (2010). Effects of apparent temperature on daily mortality in Lisbon and Oporto, Portugal. *Environmental Health*, 9(1): 1-7.

Analitis, A., Katsouyanni K., Biggeri, A., Baccini, M., Forsberg, B., Bisanti, L., Kirchmayer, U., Ballester, F., Cadum, E., Goodman, P.G., Hojs, A., Sunyer, J., Tiittanen, P., Michelozzi, P. (2008). Effects of cold weather on mortality: results from 15 European cities within the PHEWE project. *American Journal of Epidemiology*, 168(12): 1397-1408.

ASHRAE (1966). *Thermal comfort conditions (Standard 55-66)*; ASHRAE: New York, NY, USA.

ASHRAE (1981). *Thermal environmental conditions for human occupancy (Standard 55)*, ASHRA, Atlanta.

ASHRAE (2004). *55, Thermal environment conditions for human occupancy*, American Society of Heating, Ventilating and Air-Conditioning Engineers.

Azhar, G.S., Mavalankar, D., Nori-Sarma, A., Rajiva, A., Dutta, P., Jaiswal, A., Sheffield, P., Knowlton, K., Hess, J.J., on behalf of the Ahmedabad HeatClimate Study Group (2014). Heat-related mortality in India: Excess all-cause mortality associated with the 2010 Ahmedabad heat wave. *PLoS One* 9; DOI:10.1371/journal.pone.0091831

Banerjee, S., Middel, A., Chattopadhyay, S. (2022). A regression-based three-phase approach to assess outdoor thermal comfort in informal micro-entrepreneurial settings in tropical Mumbai. *International Journal of Biometeorology*, 66(2): 313-329.

Berköz, E. (1969). Biyoklimatik konfor yönünden tavan yüksekliğinin belirlenmesinde kullanılabilecek bir method. Doktora Tezi, Mimarlık Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 99s, İstanbul.

Bleta, A., Nastos, P. T., Matzarakis, A. (2014). Assessment of bioclimatic conditions on Crete Island, Greece. *Regional Environmental Change*, 14(5): 1967-1981.

Charalampopoulos, I., Tsiros, I., Chronopoulou-Sereli, A., Matzarakis, A. (2015). A note on the evolution of the daily pattern of thermal comfort-related micrometeorological parameters in small urban sites in Athens. *International Journal of Biometeorology*, 59(9): 1223-1236.

Chen, F.W., Liu, C.W. (2012). Estimation of the spatial rainfall distribution using inverse distance weighting (IDW) in the middle of Taiwan. *Paddy and Water Environment*, 10(3): 209-222.

Chen, L., Ng, E. (2012). Outdoor thermal comfort and outdoor activities: A review of research in the past decade. *Cities*, 29(2): 118-125.

Chen, Y.C., Matzarakis, A. (2018). Modified physiologically equivalent temperature-basics and applications for Western European Climate. *Theoretical and Applied Climatology*, 132(3-4): 1275-1289.

Çalışkan, O., Türkoğlu, N. (2012). Türkiye'nin biyoklimatik koşullarının analizi. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 10(2), 151-164.

Çalışkan, O., Türkoğlu, N., Matzarakis, A. (2013). The effects of elevation on thermal bioclimatic conditions in Uludağ (Turkey). *Atmósfera*, 26(1): 45-57.

Çetin, M., Topay, M., Kaya, L., Yılmaz, B. (2010). Biyoklimatik konforun peyzaj planlama sürecindeki etkinliği: Kültürler örneği. *Turkish Journal of Forestry*, 11(1): 83-95.

Çınar, İ. (1999). Fiziksel planlamada biyoklimatik veriler kullanarak biyokonforun oluşturulması üzerine Fethiye merkezi yerleşimi üzerinde araştırmalar. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, 101s, İzmir.

Çınar, İ. (2004). *Biyoklimatik konfor ölçütlerinin peyzaj planlama sürecinde etkinliği üzerinde Muğla-Karabağlar yaylası örneğinde araştırmalar*. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ege Üniversitesi, 248s, İzmir.

Çınar, İ., Çiçek, İ., Karakuş, N., Ardahanlıoğlu, Z.R. (2016). Thermal comfort assessment of the urban mediterranean climate in Fethiye, Southwest Anatolia, Turkey. *International Journal of Advances in Science, Engineering and Technology*, 4(3) Spl. Iss-1: 46-51.

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. *Central European Journal of Geosciences*, 5(1): 53-60.

Erell, E., Pearlmutter, D., Williamson, T. (2012). *Urban microclimate: designing the spaces between buildings*. Routledge.

Erkek, E., Kalaycı, Ö., Başaran, N., Öner, A., Atun, R., Lamba, H., Uyguçgil, H., Çabuk, S.N., Ağaçsapan, B.

Dış Mekân Termal Konfor Koşullarının Zamansal ve Mekânsal Dağılımı: Konyaaltı-Antalya Örneği

- (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(1): 174-188.
- Fanger, O. (1972). *Thermal comfort*. McGraw-Hill Book Company. New York.
- Fröhlich, D., Matzarakis, A. (2013). Modeling of changes in thermal bioclimate: examples based on urban spaces in Freiburg, Germany. *Theoretical and Applied Climatology*, 111(3): 547-558.
- Gagge, A.P., Fobelets, A.P., Berglund, L. (1986). A standard predictive index of human response to the thermal environment. *ASHRAE trans*, 92(2): 709-731.
- Gasparini, A., Armstrong, B. (2011). The impact of heat waves on mortality. *Epidemiology (Cambridge, Mass.)*, 22(1), 68-73.
- Gümüş, A.E. (2012). Ankara ili biyoklimatik konfor analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Orman Fakültesi Dergisi*, 13: 48-56.
- Güngör, S., Cengiz, T. (2006). Artvin ilinin iklim konforuna sahip rekreasyon ve turizm alanları. *Kafkas Üniversitesi, Artvin Orman Fakültesi Dergisi*, 7(1): 69-80.
- 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.
- Hong, S.K., Lee, S.W., Jo, H.K., Yoo, M. (2019). Impact of frequency of visits and time spent in urban green space on subjective well-being. *Sustainability*, 11(15): 4189.
- Höppe, P.R. (1999). The physiological equivalent temperature—a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. *International Journal of Biometeorology*, 43(2): 71-75.
- Jacobs, C., Singh, T., Gorti, G., Iftikhar, U., Saeed, S., Syed, A., Abbas, F., Ahmad, B., Bhadwal, S., Siderius, C. (2019). Patterns of outdoor exposure to heat in three South Asian cities. *Science of the Total Environment*, 674: 264-278.
- Jendritzky, G., de Dear, R., Havenith, G. (2012). UTCI—why another thermal index? *International Journal of Biometeorology*, 56(3): 421-428.
- Kestane, Ö., Ülgen, K. (2013). İzmir ili için biyoklimatik konfor bölgelerinin belirlenmesi. *Teknik Bilimler Dergisi*, 3(1): 18-25.
- Koichi, N. (1996). Evaluation of the thermal environment in an outdoor pedestrian space. *Atmospheric Environment*, 30:497-505.
- Lu, G.Y., Wong, D.W. (2008). An adaptive inverse-distance weighting spatial interpolation technique. *Computers & Geosciences*, 34(9): 1044-1055.
- Maniatis, S., Nastos, P.T., Moustiris, K., Polychroni, I.D., Kamoutsis, A. (2020). Human thermal sensation over a mountainous area, revealed by the application of ANNs: the case of Ainos Mt., Kefalonia Island, Greece. *International Journal of Biometeorology*, 64(12): 2033-2045.
- Masoudi, M. (2021). Estimation of the spatial climate comfort distribution using tourism climate index (TCI) and inverse distance weighting (IDW) (case study: Fars Province, Iran). *Arabian Journal of Geosciences*, 14(5):1-13.
- Matzarakis, A., Hämmerle, M., Endler, C., Muthers, S., Koch, E. (2012). Assessment of tourism and recreation destinations under climate change conditions in Austria. *Meteorologische Zeitschrift*, 21(2): 157-165.
- 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.
- 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., 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.
- Matzarakis, A., Rutz, F., Chen, Y., Fröhlich, D. (2017). RayMan pro, a tool for applied climatology. Rayman Manual Version 0.1., <https://www.urbanclimate.net/rayman/RayManManual.pdf>
- Mayer, H. ve Höppe, P. (1987). Thermal comfort of man in different urban environments. *Theoretical and Applied Climatology*, 38: 43-49.
- Mirza, E. (2014). Rekreasyonel planlama için biyoklimatik konfor özelliklerinin belirlenmesi: Isparta kent merkezi örneği. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, 123s, Isparta.
- Nastos, P.T., Matzarakis, A. (2006). Weather impacts on respiratory infections in Athens, Greece. *International Journal of Biometeorology*, 50(6): 358-369.
- Nastos, P.T., Polychroni, I.D. (2016). Modeling and in situ measurements of biometeorological conditions in micro-environments within the Athens University Campus, Greece. *International Journal of Biometeorology*, 60(10): 1463-1479.
- Nikolopoulou, M., Lykoudis, S. (2006). Thermal comfort in outdoor urban spaces: analysis across different European countries. *Building and Environment*, 41(11): 1455-1470.
- Olgyay, V. (1973). *Design with climate, bioclimatic approach to architectural regionalism*. Princeton University Press, 190p, Princeton.
- Pawar, A.S., Mukherjee, M., Shankar, R. (2015). Thermal comfort design zone delineation for India using GIS. *Building and Environment*, 87: 193-206.
- Samanta, S., Pal, D.K., Lohar, D., Pal, B. (2012). Interpolation of climate variables and temperature modeling. *Theoretical and Applied Climatology*, 107(1): 35-45.
- Sanagar Darbani, E., Monsefi Parapari, D., Boland, J., Sharifi, E. (2021). Impacts of urban form and urban heat island on the outdoor thermal comfort: A pilot study on Mashhad. *International Journal of Biometeorology*, 65(7): 1101-1117.
- Sancar, M.C., Güngör, Ş. (2020). A review of bioclimatic comfort areas determined by the new summer index in terms of tourism in Antalya. *Acta Biologica Turcica*, 33(1): 53-63.
- Savić, S., Marković, V., Šećerov, I., Pavić, D., Arsenović, D., Milošević, D., Dolinaj, D., Nagy, I., Pantelić, M. (2018). Heat wave risk assessment and mapping in urban areas:

Dış Mekân Termal Konfor Koşullarının Zamansal ve Mekânsal Dağılımı: Konyaaltı-Antalya Örneği

- case study for a midsized Central European City, Novi Sad (Serbia). *Natural hazards*, 91(3): 891-911.
- Semahi, S., Benbouras, M.A., Mahar, W.A., Zemmouri, N., Attia, S. (2020). Development of spatial distribution maps for energy demand and thermal comfort estimation in Algeria. *Sustainability*, 12(15): 6066; DOI: 10.3390/su12156066
- Şahingöz, M. (2017). Seyhan Irmağı Havzası biyoiklimsel konfor yapısının belirlenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Süleyman Demirel Üniversitesi, 96s, Isparta.
- Şahingöz, M., Topay, M., Berberoğlu, S. (2014). Seyhan Havzası biyoiklimsel konfor yapısının coğrafi bilgi sistemleri yardımıyla belirlenmesi. 5. *Uzaktan Algılama-CBS Sempozyumu (UZAL-CBS 2014)*, 14(17): 1-10.
- 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/ Turkish Journal of Geographical Sciences*, 18(2):124-160.
- Tağıl, Ş., Ersayın, K. (2015). Balıkesir ilinde dış ortam termal konfor değerlendirmesi. *Journal of International Social Research*, 8(41):747-755.
- Topay, M. (2007). The importance of climate for recreational planning of rural areas: Case study of Muğla Province, Turkey. *Developments in Tourism Climatology (Edited by: A. Matzarakis, CR de Freitas and D. Scott)*, 29, 36.
- Topay, M. (2012). Importance of thermal comfort in the sustainable landscape planning, *Journal of Environmental Protection and Ecology*, 13(3):1480-1487.
- 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(1): 110-120.
- Topay, M., Yılmaz, B. (2004). Biyoklimatik konfora sahip alanların belirlenmesinde CBS'den yararlanma olanakları: Muğla ili örneği. *Proceedings of 3th GIS Days in Turkey*, 425-434.
- Toy, S. (2010). Biyoklimatik Konfor Değerleri Bakımından Doğu Anadolu Bölgesi Rekreatyoneel Alanlarının İncelenmesi. Doktora Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Atatürk Üniversitesi, 206s, Erzurum.
- Unger, J. (1999). Comparisons of urban and rural bioclimatological conditions in the case of a Central-European city. *International Journal of Biometeorology*, 43(3): 139-144.
- 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. *Science of the Total Environment*, 708, 134516; DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.134516
- Wang, W.W., Zhu, L.Z., Wang, R.C. (2004). An analysis on spatial variation of urban human thermal comfort in Hangzhou, China. *Journal of Environmental Sciences*, 16(2): 332-338.
- Watson, D.F. (1985). A refinement of inverse distance weighted interpolation. *Geoprocessing*, 2: 315-327.
- Yılmaz, B. (2006). Bartın ili ve yakın çevresi peyzaj özelliklerini etkileyen iklim parametrelerinin analizi ve değerlendirilmesi. *Bartın Orman Fakültesi Dergisi*, 8(9): 33-41.
- Yılmaz, S., Toy, S., Irmak, M.A., Yılmaz, H. (2007). Determination of climatic differences in three different land uses in the city of Erzurum, Turkey. *Building and Environment*, 42(4): 1604-1612.
- Zengin, M., Kopar, I., Karahan, F. (2010). Determination of bioclimatic comfort in Erzurum-Rize expressway corridor using GIS. *Building and Environment*, 45(1): 158-164.