



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 2, Article Number: 4A0039

NATURE SCIENCES

Received: November 2010

Accepted: February 2011

Series : 4A

ISSN : 1308-7282

© 2010 www.newwsa.com

Necla Türkoğlu

Onur Çalışkan

Ankara University

necla.turkoglu@humanity.ankara.edu.tr

Ankara-Turkey

NEVŞEHİR'DE TERMAL BİYOKLİMATİK KOŞULLARIN ANALİZİ

ÖZET

Bu çalışmada Nevşehir'in biyoklimatik koşulları, fizyolojik eşdeğer sıcaklıklar temel alınarak termal algılamaların frekans ortalamaları analiz edilmiştir. Biyoklimatik eşikler hesaplanırken, hava ve yüzey sıcaklığı, rüzgâr hızı, bulutluluk, su buharı basıncı, nispi nem gibi meteorolojik parametrelerin yanı sıra insan ısı dengesi de dikkate alınmıştır. Analizlerin sonucunda, yazın sadece öğleden sonra ısı stresinin, akşam ve sabah saatlerinde ise daha konforlu termal algılamaların olduğu ortaya konulmuştur. Soğuk dönemde (ekimden marta kadar) saat 07:00 ve 21:00'de soğuk stresinin farklı seviyeleri ortaya çıkmakta, 14:00'te ise daha sıcak ve konforlu termal koşullar görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoklimatoloji, Termal Konfor, Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık, Termal Algılama, Nevşehir

THE ANALYSIS OF THERMAL BIOCLIMATIC CONDITIONS IN NEVŞEHİR

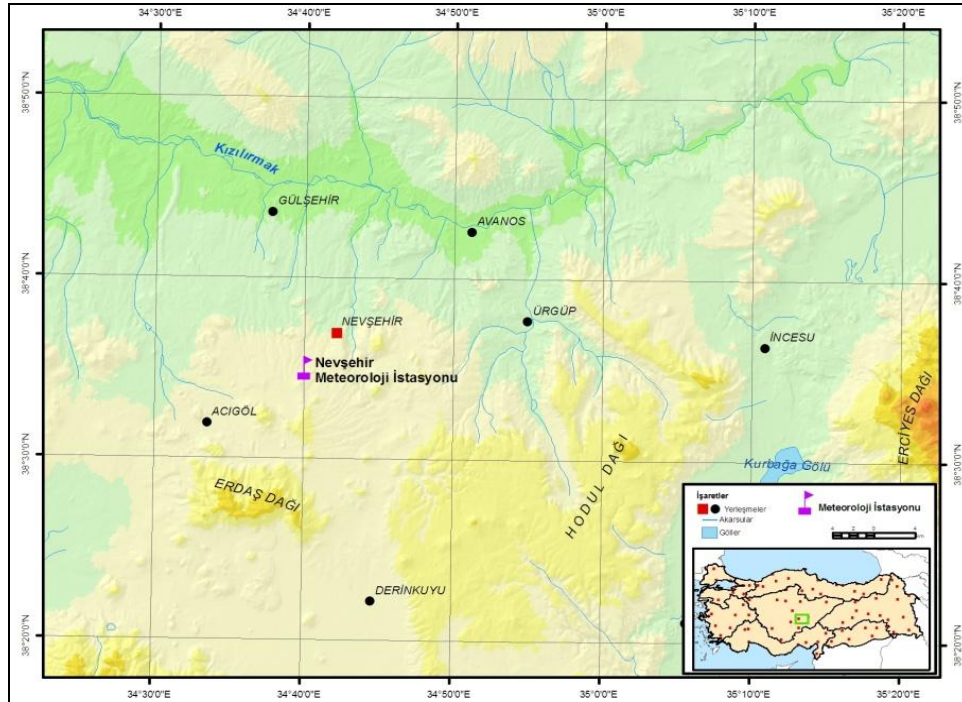
ABSTRACT

In this study the bioclimatic conditions on Nevşehir's urban area is analyzed by means of frequency of thermal sensation based on physiologically equivalent temperature. In combination with some other meteorological parameters, such as air and surface temperature, wind speed, cloudiness, vapor pressure, relative humidity, the heat balance of the human body had also been considered. As a result of the calculations it is found that in summer the heat stress occurs only during afternoon while the thermal sensations are comfortable at the mornings and evenings of this season. At the cold season (october to march) various degrees of cold stress occur at 07:00 and 21:00, however, the thermal conditions are warmer and more comfortable at 14:00.

Keywords: Bioclimatology, Thermal Comfort, Physiological Equivalent Temperature, Thermal Sensation, Nevşehir

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

İnsanın ekonomik ve sosyal faaliyetlerini en çok etkileyen çevresel koşullardan biri iklimdir. Buna rağmen iklimin insanlar üzerindeki etkilerinin somut veriler kullanılarak analiz edilmesi, ancak 1970'li yıllardan itibaren gerçekleştirilmiştir. Uygulamalı klimatolojinin çalışma alanlarından biri olarak, canlılar ve iklim olayları arasındaki etkileşimi araştıran biyoklimatoloji disiplini önem kazanmıştır (Oliver, 2005). Biyoklimatoloji araştırmalarının temelinde termal konfor dizinleri bulunmaktadır. İnsanların meteorolojik parametreler karşısında verdikleri tepkilerin ölçülmesi ve hangi koşulların konforlu, hangilerinin termal strese yol açtığı belirlenmesi için çeşitli bilimsel yaklaşımlar kullanılarak geliştirilen termal konfor dizinlerinin sayısı yüzlerle ifade edilmektedir (Fanger, 1972; Driscoll, 1992; Parsons, 2003). Birkaç meteorolojik parametrenin (hava sıcaklığı ve nispi nem gibi) bir arada kullanılarak oluşturulan oldukça basit ve kullanımı kolay olan termal konfor dizinleri bulunduğu gibi, meteorolojik parametreler yanı sıra insanların kişisel farklılıklarını da hesaplamalarına dâhil eden kompleks dizinler bulunmaktadır. Bunlardan günümüzde geniş bir kullanım alanına sahip Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (FES) Dizini, hava sıcaklığı, ortalama radyan sıcaklık, rüzgar ve nemlilik gibi meteorolojik parametrelerin yanı sıra, insan ısı dengesini sağlayan termoregülatörleri de hesaplamalara dahil etmektedir (Höppe, 1999; Matzarakis vd., 1999). Sadece meteorolojik parametreleri değil, insanın kişisel ve fizyolojik özelliklerini de dikkate alarak hesaplayan FES dizini, sonuçlarını santigrat derece cinsinden vermekte, dolayısıyla karşılaştırma yapmayı kolaylaştırmaktadır. Bu çalışmada İç Anadolu Bölgesi, Orta Kızılırmak Bölümü'nde yer alan Nevşehir kentinin, meteorolojik verileri kullanılarak FES değerleri hesaplanmakta ve biyoklimatik koşulları ortaya konulmaktadır (Şekil 1). Ayrıca bu koşullarda yıl içinde gerçekleşen değişimler ve bu değişimlerin nedenleri açıklanmaktadır.



Şekil 1. Çalışma alanı yerbuldurma haritası
(Figure 1. The location map of the study area)

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Bu çalışma ile Nevşehir'in biyoklimatik koşullarının zamansal (gün, ay, mevsim ve yıl) dağılışı analiz edilmektedir. Ayrıca, insanların farklı zaman dilimlerinde termal koşullardan nasıl etkilendikleri ortaya konulmaktadır. Nevşehir'in biyoklimatik koşullarının incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular, sağlık ve planlama açısından önemlidir. İnsanların ne zaman, ne seviyede bir termal baskıya maruz kalacaklarının bilinmesi, önceden alınacak sağlık önlemlerini ve şehir içinde yapılacak planlama çalışmalarını şekillendirecektir. Ayrıca Nevşehir'in özelliklerini tanıtan turizm broşürlerinde, iklimin yanı sıra biyoklimatik koşullar hakkında bilgilerin yer alması, turistler açısından daha kapsamlı bir bilgilendirme sağlayacaktır.

3. VERİ VE YÖNTEM (DATA AND METHODS)

Nevşehir kentinin biyoklimatik analizi için Devlet Meteoroloji İşleri Genel Müdürlüğü, Nevşehir Meteoroloji İstasyonu'nun 1975-2008 yılları arasındaki günlük, saat 07:00, 14:00 ve 21:00 hava sıcaklığı, rüzgâr, bulutluluk, küresel solar radyasyon, bulutluluk, nispi nem, su buharı basıncı, günlük ortalama, maksimum, minimum sıcaklık verileri kullanılmıştır. Bu veriler aracılığıyla, Höppe (1984) tarafından geliştirilen aşağıdaki formül kullanılarak FES değerleri hesaplanmıştır.

$$M+W+Q^*(T_{mrt}, v)+QH(T_a, v)+QL(e, v)+QSW(e, v)+QRe(T_a, e)+ S= 0 \quad (1)$$

Bu formülde, M metabolizma oranı (aktivite), W mekanik güç (aktivite türü), Q^* radyasyon bütçesi, QH hissedilen sıcaklığın değişimi, QL gizli ısının değişimi (buharlaştırma), QSW gizli ısının terleme yoluyla dağılımı, QRe solunum yoluyla ısı değişimi (hissedilen ve gizli sıcaklık), S depolama, T_a hava sıcaklığı, e buhar basıncı, v rüzgâr hızı, T_{mrt} ortalama radyan sıcaklıktır. Meteorolojik parametreler formüldeki çevresel faktörleri, ortalama bir insanın fiziksel özelliklerine bağlı olarak bu çevresel faktörlere verdiği termoregülatör tepkiler fizyolojik verileri ortaya koymaktadır. Yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen değerler, bir dizin oluşturacak şekilde sıcaklık aralıklarına bölünmüştür (Tablo 1). Bu dizin yardımıyla insanların çevrelerindeki hava koşullarını algılama dereceleri belirlenmiştir.

Tablo 1. FES değerlerinin termal algılanma aralıkları ve insanların verdiği fizyolojik karşılıklar (Matzarakis vd., 1999)
(Table 1. The interval of PET (Physiological Equivalent Temperature) values and the physiological responds of human beings (Matzarakis et. al., 1999))

Fes Değeri (°C)	Termal Özellik	Fizyolojik Stres Dereceleri
4	çok soğuk	aşırı soğuk stresi
	soğuk	güçlü soğuk stresi
8	serin	orta derece soğuk stresi
13	çok az serin	hafif soğuk stresi
18	konforlu	termal stres yok
23	çok az sıcak	çok az sıcak stresi
29	sıcak	orta derece sıcak stresi
35	çok sıcak	güçlü sıcak stresi
41	aşırı sıcak	aşırı sıcak stresi

Bunların yanı sıra FES değerlerinin zaman içinde gerçekleştirdikleri değişimler Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak hesaplanmıştır. Korelasyon katsayısı, bağımsız değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve büyüklüğünü belirten katsayıdır. Bu katsayı, (-1) ile (+1) arasında bir değer alır. Pozitif değerler direk yönlü doğrusal ilişkiyi; negatif değerler ise ters yönlü bir doğrusal ilişkiyi belirtir. Korelasyon katsayısı 0 ise söz konusu değişkenler arasında doğrusal bir ilişki yoktur. Korelasyonun anlamlılık seviyesinin düşük değerler (0,05'den küçük) alması değişkenler arasında doğrusal ilişkinin güçlü olduğunu göstermektedir. 0,05'den büyük değerler ise anlamlı bir doğrusal ilişki olmadığını göstermektedir. Matematik beklenti değerleri μ_X ve μ_Y , standart sapmaları σ_X ve σ_Y olan iki bağımsız değişken X ve Y arasındaki Pearson korelasyon katsayısı ($\rho_{X,Y}$), şu şekilde tanımlanır:

$$\rho_{X,Y} = (\text{cov}(X, Y)) / (\sigma_X \sigma_Y) = (E((X - \mu_X)(Y - \mu_Y))) / (\sigma_X \sigma_Y) \quad (2)$$

E değişkenin matematiksel beklenti değerini, cov ise kovaryansı ifade etmektedir. $\mu_X = E(X)$ olduğundan, $\sigma_X^2 = E(X^2) - E^2(X)$ ve Y, için de aynısı geçerli olduğundan, şu denklem ortaya çıkmaktadır:

$$\rho_{X,Y} = \frac{E(XY) - E(X)E(Y)}{\sqrt{E(X^2) - E^2(X)}\sqrt{E(Y^2) - E^2(Y)}} \quad (3)$$

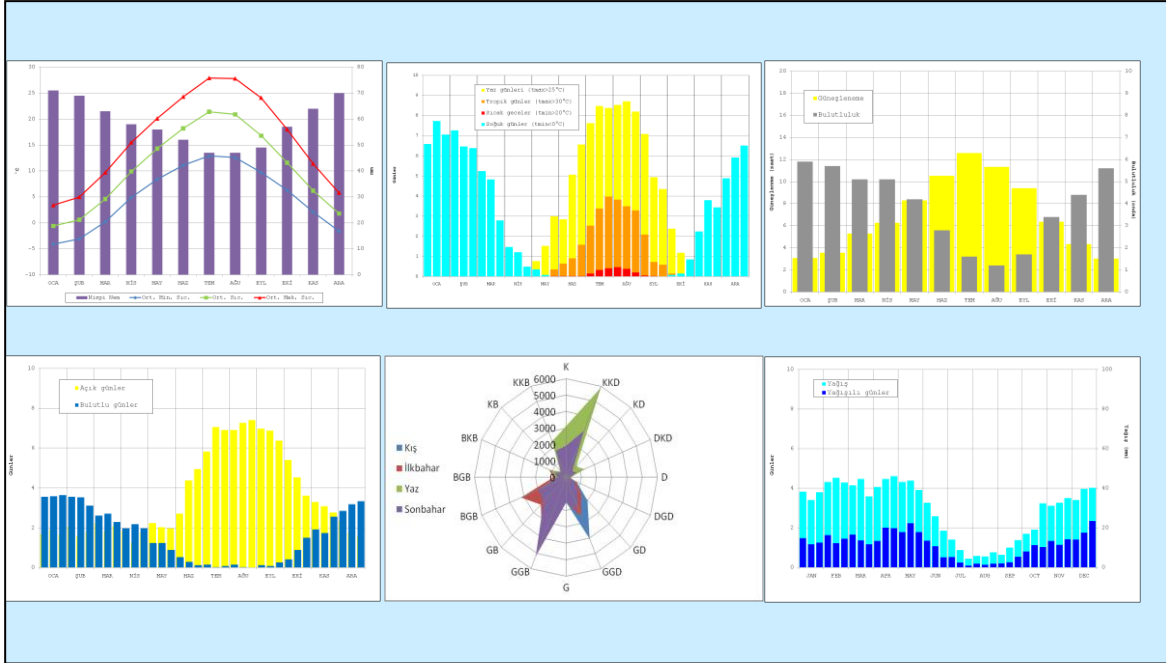
Analiz sonucunda elde edilen " $\rho_{X,Y}$ " değerlerinin anlamlılık seviyesi korelasyon tablosundan kontrol edilmektedir. Anlamlı pozitif katsayı değerleri düzensizliğin arttığını, anlamlı negatif katsayılar ise serinin daha düzenli bir hale gelmeye başladığını göstermektedir. 1975-2008 yılları arasındaki günlük verileri kapsayan ve artık yıllardaki 29 şubatların da (9 tane) hesaplamalara dahil edilmesi sonucu 12419 adet veriden oluşan 07:00, 14:00, 21:00 ve günlük ortalama serilerinin Pearson korelasyon katsayısı hesaplanmıştır. Ayrıca aylık ve mevsimlik FES değerleri de hesaplanarak bunlar içindeki korelasyon katsayıları analiz edilmiş ve olası anlamlı değişimler izlenmiştir.

4. BULGULAR (FINDINGS)

4.1. Nevşehir'in İklimi (Climate of Nevşehir)

Köppen'in iklim sınıflandırmasına göre Nevşehir, kışı çok soğuk, yazı sıcak ve kurak orta kuşak iklimine sahiptir. En sıcak ay, ortalama sıcaklığın $21,4^\circ\text{C}$ olduğu temmuz, en soğuk ay, ortalama sıcaklığın $-0,6^\circ\text{C}$ olduğu ocaktır. Günlük ortalama sıcaklıklar sadece temmuz ve ağustos ayında 20°C 'nin üzerindedir. Sıcaklıkların sıfırın altına düştüğü donlu günler ekim ortasından nisan başına kadar sürmektedir. Günlük en yüksek sıcaklıkların 25°C 'nin üzerinde olduğu yaz günleri mayıs-ekim arasında olup, temmuz ve ağustos aylarının neredeyse tamamı yaz günüdür. Temmuz ve ağustos aylarında günlük en yüksek sıcaklıklar kimi zaman 30°C 'yi geçerken, gece sıcaklıkları nadiren 20°C 'den yüksek değerlere çıkmaktadır. Bulutluluğun en fazla olduğu kış mevsiminde gökyüzünün yarısı kapalıdır. Baharda bulut örtüsü azalmakta, yazın en düşük değere ulaşmaktadır. Temmuz ve ağustosta gökyüzünün sadece onda ikisi, üçü bulutludur. Yıllık toplam 2550 saat güneşlenmeye sahip Nevşehir'de günlük ortalama güneşlenme süresi 7 saat civarındadır. Kasımla ekim arasında 5-6 saat olan günlük güneşlenme süresi, en güneşli mevsim olan yazın 12 saate kadar ulaşabilmektedir. Günlük ortalama bulutluluğun onda ikinin altında kaldığı açık günler, günlük ortalama bulutluluğun onda sekizden fazla olduğu bulutlu günlerden iki kat daha fazla gözlenmektedir. Haziran,

temmuz, ağustos ve eylül aylarının neredeyse tamamında gökyüzü açıktır. Bulutlu günlerin en sık yaşandığı dönem kasım ve nisan arasındadır. Nevşehir’de yıllık toplam yağış ortalaması 413 mm civarındadır. Karasal yağış rejiminin bir özelliği olarak yağışın tamamına yakını soğuk dönemde düşmektedir. Toplam yağışın yaklaşık %90’ı ekimle mayıs arasında gerçekleşmektedir ve bu dönem sırasında yağışlı gün sayısı ayda 6-8 gün civarındadır. Sıcak mevsimde daha az yağış düşmekte ve yağışlı gün sayısı da azalmaktadır. Yazın yağışlı gün sayısı ayda 2-3’e gerilemektedir. Nevşehir’de kuzeydoğu, güneydoğu ve güneybatı yönlü rüzgârlar hâkimdir(%33-%20) (Şekil 2).



Şekil 2. Nevşehir şehrinin genel iklim özellikleri
(Figure 2. General climatologically features of Nevşehir urban area)

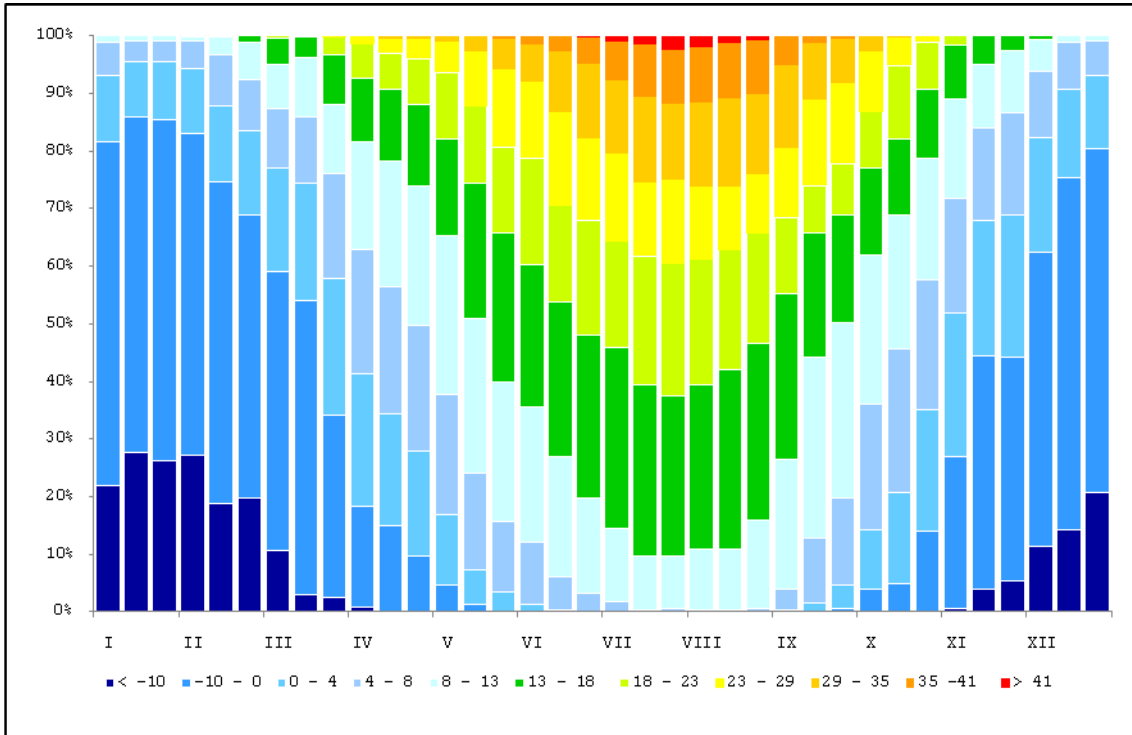
4.2. Günlük Ortalamalar (Daily Means)

Günlük ortalama FES değerleri incelendiğinde, Nevşehir’de yılın büyük bir bölümünde (365 günde 289,1 gün, yılın %79,2’sinde) çeşitli derecelerde soğuk stresinin yaşandığı görülmektedir. Konforlu termal algılamaların ortaya çıktığı gün sayısı sadece 30,7’dir (%8,4). İnsan faaliyetleri açısından uygun termal koşullar olarak adlandırılabilir 18-29°C FES değerlerinin bütün yıl boyunca 51,8 gün (%14,2) yaşandığı dikkati çekmektedir. Sıcaklık stresinin hissedildiği gün sayısı ise sadece 24,1 gündür (%6,6). En sık görülen termal algılama, sıcaklığın -10°-0°C arası (%23,3; 85 gün) olduğu, en nadir görülen ise sıcaklığın 41°C’den daha yüksek (%0,3; 1,1 gün) olduğu FES değerlerine aittir. Sıcaklık, nem, rüzgâr ve radyan ısı dağılımı bakımından en olumlu koşullar, FES dizisinde 18°C-29°C arasındaki değerlerle ifade edilmektedir. Bu aralıktaki FES değerlerinin en fazla olduğu yıl 2007’dir (63,7 gün). 18°C-29°C arasında FES değerlerinin en az olduğu yıllar ise 1987 ve 1988’dir (her ikisi de 41 gün) (Tablo 2).

1975-2008 yılları arasında gerçekleşen en yüksek FES değeri, 30.07.2007’de, saat 14:00’te 46,8°C olarak hesaplanmıştır. Aynı anda Nevşehir Meteoroloji istasyonunda ölçülen hava sıcaklığı 38,7°C (34 yılın en yüksek değeri), nispi nem %27,3, rüzgâr hızı 2,2 m/s, bulutluluk ise 1,6 okta’dır. En düşük FES değeri ise 13.02.1993 tarihinde, saat 21:00’de -25,9°C olarak hesaplanmıştır. Bu tarihte hava sıcaklığı -17,2, nispi nem %78,3, rüzgâr hızı 1,6 ve bulutluluk

2,4 okta olarak kaydedilmiştir. Hava sıcaklığının akşam saatlerinde -25,9°C olduğu başka günler olmasına rağmen, rüzgâr ve nem koşulları 13.02.1993 akşamında termal olarak daha soğuk bir ortamın oluşmasına neden olmuştur.

Termal koşullar, ekim ayı ortalarından mart sonuna kadar insanlar üzerinde soğuk baskısı uygulamaktadır. Ancak nisan eylül arasında FES değerlerinin yükselmesine bağlı olarak konforlu koşullarda artış görülmektedir. Kış ayları boyunca genel olarak termal koşulların aşırı soğuk hissedilmektedir. Yaz aylarında ise sıcak stresi belirgin olmasına karşın, aşırı sıcak stresi oldukça kısıtlı bir zaman aralığında ortaya çıkmaktadır. Konforlu hava koşulları yoğun olarak yine yaz ayları boyunca (haziran, temmuz ve ağustos) görülmektedir (Şekil 3).

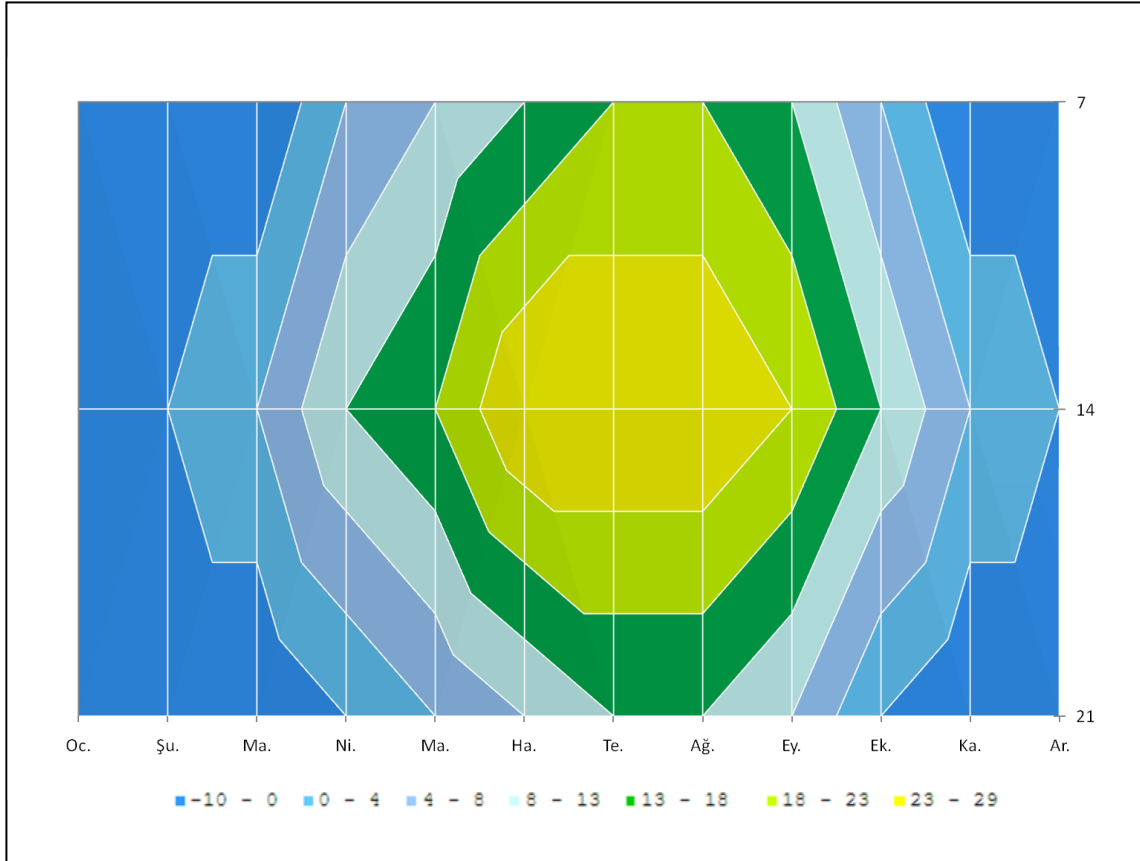


Şekil 3. Nevşehir'in günlük ortalama FES değerleri, 1975-2008
(Figure 3. The daily mean PET values of Nevşehir, 1975-2008)

Nevşehir'de 1975-2008 döneminde günlük ortalama FES değerlerinin gün içindeki seyri incelendiğinde, soğuk dönemde (ekimden mart sonuna kadar), güçlü soğuk stresi, sabah ve akşam saatlerinde, orta derece soğuk stresi ise öğleden sonra görülmektedir. İlkbahar ve sonbahar mevsimleri termal konfor açısından daha elverişli koşullara sahiptir. Buna rağmen termal koşullar bu dönemde özellikle sabah ve akşam saatlerinde soğuk stresine yol açmaktadır. Mayıs ve haziran ayları ile eylül ve ekim aylarında FES değerlerinin günün büyük bir bölümünde konforlu olduğu izlenmektedir. Temmuz ve ağustos aylarında ise sabah saatleri akşam saatlerine göre daha uzun konforlu zaman dilimlerine sahiptir. Bu aylarda öğlen saatlerinde çok az sıcak stresinin varlığından bahsedilebilir. Temmuz ve ağustos aylarında öğle saatlerinde hafif bir sıcak stresi yaşanmaktadır. Yaz döneminde öğle saatlerinde ortaya çıkan konforsuz termal koşullar risk grubunda olan insanlar için uyarı niteliği taşımaktadır (Şekil 4).

Tablo 2. Nevşehir’de farklı termal algılamaların yıl içinde gerçekleştikleri gün sayıları, 1975-2008
(Table 2. The frequencies of different thermal sensations in Nevşehir, 1975-2008)

Yıl.	FES aralıkları (°C)										
	<-10	-10-0	0-4	4-8	8-13	13-18	18-23	23-29	29-35	35-41	> 41
1975	33,3	91,3	32,0	41,3	47,3	49,0	32,7	18,0	14,0	6,0	0,0
1976	34,3	76,3	40,7	42,7	62,0	48,7	26,7	21,0	10,3	2,3	0,0
1977	19,7	94,7	39,3	35,3	59,0	44,0	32,0	20,7	15,0	4,7	0,7
1978	9,0	95,7	45,7	42,7	57,3	47,0	24,0	23,3	13,3	6,0	1,0
1979	13,7	78,7	42,0	49,0	54,7	52,0	30,0	21,3	16,0	7,7	0,0
1980	26,0	84,0	40,0	40,3	53,7	44,7	32,3	20,7	13,3	9,0	1,0
1981	5,3	103,0	44,3	37,7	53,3	49,7	29,7	18,3	16,0	7,3	0,3
1982	29,0	89,3	34,3	40,7	58,7	49,0	25,7	20,7	15,3	2,3	0,0
1983	32,0	80,0	43,3	46,7	49,0	45,0	31,0	19,0	14,7	4,3	0,0
1984	17,0	93,0	46,0	39,7	66,0	42,0	21,0	25,3	12,7	2,3	0,0
1985	26,3	82,3	42,3	43,0	55,0	48,3	26,7	20,7	16,7	3,3	0,3
1986	18,7	91,0	41,0	40,0	48,3	52,7	35,0	14,7	14,3	9,0	0,3
1987	21,0	97,3	40,7	43,3	54,3	47,0	24,3	16,7	16,7	3,0	0,7
1988	16,7	103,3	41,7	37,7	50,3	54,7	24,7	16,3	16,7	3,0	0,0
1989	38,0	70,7	29,7	39,7	51,3	57,3	33,0	23,3	14,7	7,3	0,0
1990	27,3	84,0	36,7	40,0	61,7	48,7	27,7	15,0	19,0	5,0	0,0
1991	31,0	80,0	36,3	34,0	56,0	52,3	30,0	19,0	17,0	8,3	1,0
1992	53,0	75,0	32,0	33,7	55,3	46,3	30,7	24,0	9,7	5,3	0,0
1993	29,0	85,7	39,0	44,7	48,3	47,3	29,3	19,7	17,0	4,0	1,0
1994	16,0	87,0	38,0	29,7	42,0	69,7	27,7	24,3	24,0	6,3	0,3
1995	14,0	93,0	51,0	31,0	46,3	57,7	26,0	20,7	18,7	6,7	0,0
1996	6,7	94,7	44,0	39,0	49,0	47,7	38,0	18,7	16,7	10,0	0,7
1997	25,3	85,0	39,7	43,0	52,0	49,7	26,7	22,7	17,0	4,0	0,0
1998	12,7	84,7	42,0	37,3	43,3	53,7	40,7	21,3	14,7	12,7	2,0
1999	6,7	86,3	37,0	42,0	57,3	52,0	29,3	28,7	16,7	7,3	1,7
2000	34,7	84,0	33,0	34,7	52,0	46,3	32,3	23,7	12,3	9,3	2,7
2001	10,3	76,7	40,7	47,0	39,7	57,0	39,3	21,0	21,3	10,3	1,7
2002	28,0	69,3	37,0	45,0	47,3	54,0	34,3	24,7	16,3	6,3	2,7
2003	18,0	95,3	32,7	38,0	41,7	58,3	27,7	22,7	19,7	9,7	1,3
2004	24,3	73,3	41,0	39,3	51,7	54,3	31,3	23,3	16,3	9,3	0,7
2005	14,0	80,3	47,7	38,7	47,7	46,3	36,3	24,7	14,0	12,7	2,7
2006	21,0	80,7	35,0	37,0	53,0	47,0	38,0	23,7	15,3	11,3	3,0
2007	16,3	87,0	41,7	31,7	47,3	44,3	35,7	28,0	16,0	12,0	5,0
2008	34,7	53,7	44,0	39,3	47,0	61,7	36,7	17,3	21,3	8,3	1,0
Top.	763	2886	1351	1345	1759	1725	1046	723	543	237	32
%	6,1	23,3	10,9	10,8	14,2	13,9	8,4	5,8	4,4	1,9	0,3
Ort.	22,3	85,0	39,8	39,4	51,8	50,7	30,7	21,2	16,1	6,9	1,1



Şekil 4. Nevşehir’de saat 07:00, 14:00 ve 21:00’deki termal algılama (FES) değerlerinin 10 günlük aralıklarla yıllık dağılımı, 1975-2008. İşaretler için Şekil 3’e bakınız

(Figure 4. Annual course of 10-day mean values of thermal sensation (PET) at 07.00, 14.00 and 21.00 in Nevşehir, 1975-2008. See Figure 3 for the legend)

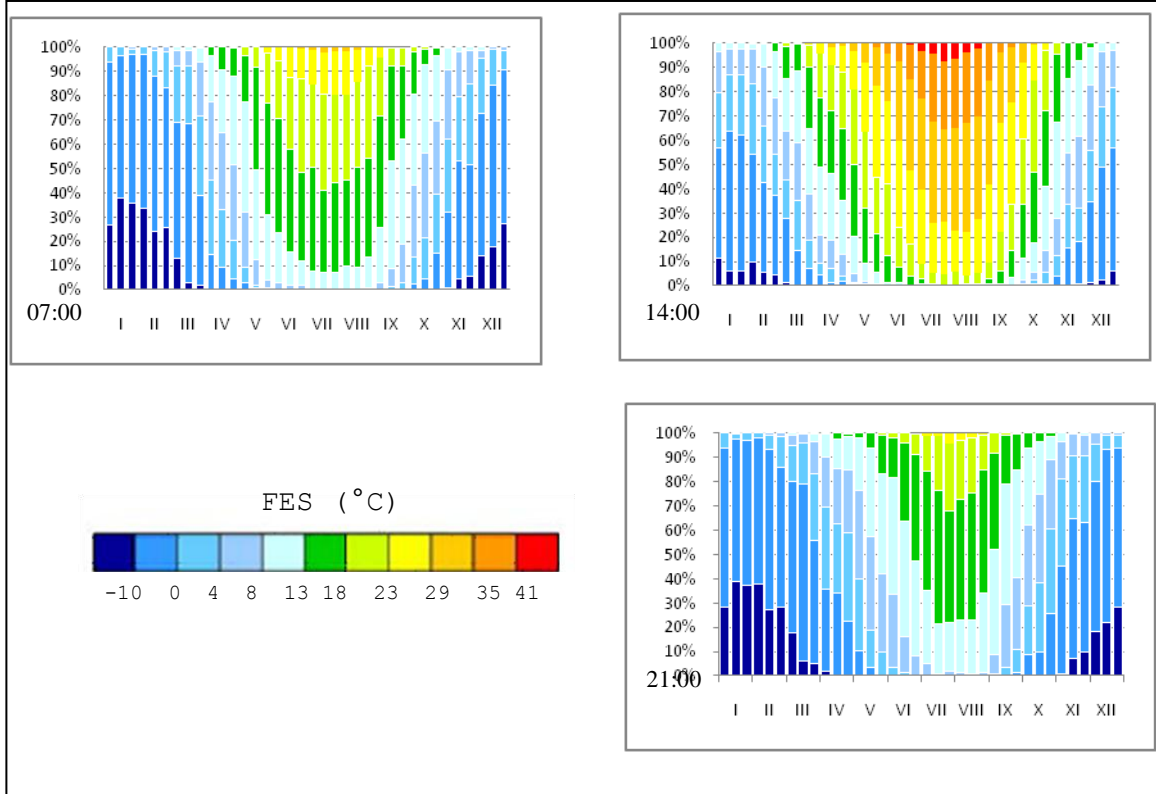
4.3. Saat 07:00, 14:00 ve 21:00’deki FES Değerleri (PET Values at 07:00, 14:00 and 21:00)

Soğuk dönem olarak adlandırılabilen ekim-mart arasındaki dönemde, saat 07:00’de ve 21:00’de, aşırı soğuk ve güçlü soğuk algılamalarının sıklığı oldukça fazladır. Saat 14:00’de ise termal algılama değerleri incelendiğinde soğuk stresinin azaldığı gözlenmektedir. Özellikle ekim ortası ve mart sonunda termal koşulların daha olumlu olduğu, termal algılama açısından serin hissedildiği dikkati çekmektedir. Ekim ayı boyunca konforlu geçen 5-6 gün dışında sürekli soğuk stresi yaşanmaktadır (Şekil 5).

İlkbaharla birlikte hava sıcaklığı, radyasyon, bulutluluk, rüzgâr ve nispi nem koşullarındaki iyileşmeye bağlı olarak termal koşullarda soğuktan sıcağa doğru gidiş görülmektedir. Mart sonu, nisan ve mayıs aylarında yine sabah ve akşam saatlerinde çeşitli seviyelerde soğuk stresi yaşanmaktadır. Bu saatlerde mayıs sonuna doğru konforlu koşullar ortaya çıkmaktadır. Nisan ve mayıs aylarında öğleden sonra konforlu koşulların gerçekleşme olasılığı %10 civarındadır. Mayıs ayına doğru çok az sıcak stresi olasılığının ortaya çıkmaktadır. Saat 21:00 verileri incelendiğinde, yılın bu döneminde akşam saatlerinin serin hissedilme olasılığı daha yüksektir. Bu saatte %10-15 arasında değişen olasılıklarla soğuk stresi de ortaya çıkmaktadır (Şekil 5).

Haziran, temmuz, ağustos ve eylül ayları boyunca öğle saatlerinde fizyolojik olarak sıcak stresi yaygın olarak

görülmektedir. Özellikle temmuz ve ağustosta aşırı sıcak stresinin yaşanma olasılığı %2-3 seviyelerine kadar çıkmaktadır. Bu aylarda termal açıdan, akşam saatlerinin neredeyse %30'u çok az serin, %10-20'si ise konforludur. Konforlu günlerin gerçekleşme olasılığı akşama nazaran sabah saatlerinde daha fazladır. Fizyolojik açıdan yaz ayları sabah saatleri uygun, öğle saatleri sıcak, akşam saatleri çok az serin koşullara sahiptir (Şekil 5).



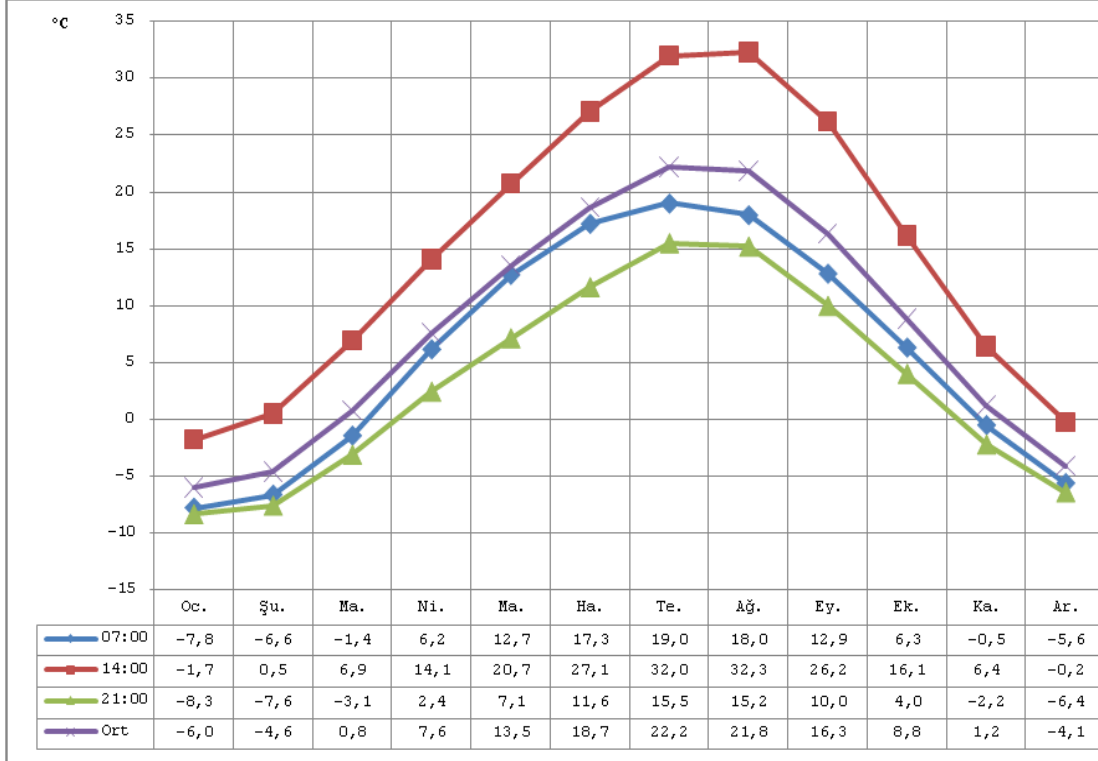
Şekil 5. Nevşehir'de saat 07:00, 14:00 ve 21.00'de farklı termal algılamaların gerçekleşme olasılıkları, 1975-2008
(Figure 5. The probability of occurrence of different thermal sensations at 07:00, 14:00 and 21:00 in Nevşehir, 1975-2008)

4.4. Biyoklimatik Koşulların Aylık ve Mevsimlik Dağılımı (Monthly and Seasonal Bioclimatic Conditions)

FES değerlerinin 1975-2008 yılları arasında hesaplanan aylık ortalamaları dikkate alındığında soğuk stresinin en çok yaşandığı ay ocaktır (-6°C ; aşırı soğuk). Onu sırasıyla şubat ($-4,6^{\circ}\text{C}$; aşırı soğuk stresi) ve aralık ($-4,1^{\circ}\text{C}$; aşırı soğuk) ayları takip etmektedir. FES değerlerinin en yüksek olduğu ay temmuzdur ($22,2^{\circ}\text{C}$; konforlu). Ağustos ($21,8^{\circ}\text{C}$; konforlu) ve haziran ($18,7^{\circ}\text{C}$; konforlu) FES değerlerinin yüksek olduğu diğer aylardır. Aylık ortalama FES değerlerinde dikkati çeken bir husus da günün saatleri arasındaki farklardır. Öğleden sonra ile sabah ve akşam saatleri arasında farkın en fazla olduğu ay ağustos (fark $15,7^{\circ}\text{C}$), en az olduğu ay ise aralıktır ($5,8^{\circ}\text{C}$). FES değerlerinde günün saatleri arasındaki farklar kış aylarında azalmakta, yaz aylarında ise artmaktadır. Kış ayları boyunca günlük ortalama FES değerleri sıfırın altındadır (kış mevsimi ortalaması $-6,7^{\circ}\text{C}$; aşırı soğuk). Sonbahar FES değerleri ($8,8^{\circ}\text{C}$; çok az serin) ilkbahardan ($7,3^{\circ}\text{C}$; soğuk) daha yüksektir (Tablo3; Şekil 6).

Saat 07:00'deki aylık ortalamalar dikkate alındığında kasımdan başlayarak mart sonuna kadar FES değerleri sıfırın altında

kalmaktadır. Günün bu saati için en yüksek değerler temmuz (19°C; konforlu), en soğuk değerler ise ocak (-7,8°C; aşırı soğuk) ayında ortaya çıkmaktadır. Sabah saatlerindeki mevsimsel ortalamalarda ise sonbahar 6,2°C (soğuk), kış -6,7°C (aşırı soğuk), ilkbahar 5,8°C (soğuk= ve yaz 18,1°C'dir (konforlu) (Tablo 3; Şekil 6).



Şekil 6. Nevşehir'de aylık ortalama termal algılamalar (1975-2008)
(Figure 6. The monthly mean thermal sensations in Nevşehir (1975-2008))

Tablo 3. Nevşehir'de aylık ortalama fizyolojik stres dereceleri (1975-2008)

(Table 3. The monthly mean of grade of physiological stress in Nevşehir (1975-2008))

Saat	AYLAR											
	Oc.	Şu.	Ma.	Ni.	Ma.	Ha.	Te.	Ağ.	Ey.	Ek.	Ka.	Ar.
07:00	Aşırı soğuk	Aşırı soğuk	Aşırı soğuk	Güçlü soğuk	Orta derece soğuk	Hafif soğuk	Termal stres yok	Termal stres yok	Orta derece soğuk	Güçlü soğuk	Aşırı soğuk	Aşırı soğuk
14:00	Aşırı soğuk	Aşırı soğuk	Güçlü soğuk	Hafif soğuk	Termal stres yok	Çok az sıcak	Orta derece sıcak	Orta derece sıcak	Çok az sıcak	Hafif soğuk	Güçlü soğuk	Aşırı soğuk
21:00	Aşırı soğuk	Aşırı soğuk	Aşırı soğuk	Aşırı soğuk	Güçlü soğuk	Orta derece soğuk	Hafif soğuk	Hafif soğuk	Orta derece soğuk	Güçlü soğuk	Aşırı soğuk	Aşırı soğuk
Ort	Aşırı soğuk	Aşırı soğuk	Aşırı soğuk	Orta derece soğuk	Hafif soğuk	Termal stres yok	Termal stres yok	Termal stres yok	Hafif soğuk	Orta derece soğuk	Aşırı soğuk	Aşırı soğuk

Saat 14:00'teki FES değerlerinde diğer zaman dilimlerine göre oldukça farklı sonuçlar ortaya çıkmaktadır. Öğleden sonra biyoklimatik olarak en sıcak koşulların ortaya çıktığı ay (diğer iki saatten farklı olarak) ağustostur (32,3°C; çok sıcak). Aralık (-0,2°C; aşırı soğuk) ve ocakta (-1,7°C; aşırı soğuk) sıfırın altında FES değerleri görülürken, şubat (0,5°C; aşırı soğuk) termal koşullar artı değerlere ulaşmaktadır. Saat 14:00'te kaydedilen meteorolojik

parametrelere göre hesaplanan FES değerlerinin mevsimsel ortalamalarına göre, kış $-0,5^{\circ}\text{C}$ (aşırı soğuk), ilkbahar $13,9^{\circ}\text{C}$ (çok az serin), yaz $30,4^{\circ}\text{C}$ (çok sıcak) ve sonbahar $16,3^{\circ}\text{C}$ 'dir (çok az serin). Kış ve yaz arasında en yüksek farkların ($30,9^{\circ}\text{C}$) olduğu zaman dilimi de saat 14:00'tür (Tablo 3; Şekil 6).

Biyoklimatik anlamda en soğuk koşulların ortaya çıktığı saat 21:00'de, en yüksek FES değerlerine sahip ay temmuz ($15,5^{\circ}\text{C}$; çok az serin), en düşük FES değerlerine sahip ay ise ocaktır ($-8,3^{\circ}\text{C}$; aşırı soğuk). Kış mevsimi ile yaz mevsimi ortalamaları arasında en az farkın olduğu zaman akşam saatleridir ($21,6^{\circ}\text{C}$). Akşam saatlerindeki mevsimsel ortalamalar ise kış $-7,4^{\circ}\text{C}$ (aşırı soğuk), ilkbahar $2,2^{\circ}\text{C}$ (soğuk), yaz $14,1^{\circ}\text{C}$ (çok az serin) ve sonbahar $8,8^{\circ}\text{C}$ 'dir (serin) (Tablo 3; Şekil 6).

5. FES DEĞERLERİNDEKİ EĞİLİMLER (TRENDS IN PET VALUES)

Nevşehir şehrinin 1975-2008 yılları arasında hesaplanan biyoklimatik koşulları Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak analiz edilmiş ve FES değerlerinde belirgin bir pozitif doğrusal ilişki bulunmuştur. 1975-2008 arasındaki 12419 günün FES değerleri göz önünde bulundurulduğunda korelasyon katsayıları, saat 07:00'de $+0,048$, saat 14:00 ve 21:00'de $+0,074$, günlük ortalama ise $+0,067$ 'dir. Veri sayısının bir hayli fazla olmasından dolayı bu değerlerin tamamında anlamlı bir korelasyon görülmektedir (Tablo 4).

Tablo 4. Günlük FES değerlerindeki eğilimler (1975-2008)
(Table 4. Trends in daily mean PET values (1975-2008))

Değerler	Pearson korelasyon katsayıları
Saat 07	$0,048^{**}$
N	12419
Saat 14	$0,074^{**}$
N	12419
Saat 21	$0,074^{**}$
N	12419
Günlük Ortalama	$0,067^{**}$
N	12419

**Korelasyon $0,01$ seviyesinde anlamlıdır.

1975-2008 FES değerlerinin aylara göre hesaplanan korelasyon katsayıları incelendiğinde, ekimden başlayarak nisan ayı sonuna kadar anlamlı bir nedensellik ilişkisi bulunmamaktadır. Mayıstan eylüle kadarki dönemde ise güçlü bir pozitif korelasyon dikkati çekmektedir. Bu dönemde günün farklı saatlerindeki değerler analiz edildiğinde, en büyük katsayı değerleri saat 21:00'de görülmektedir (Tablo 5).

Tablo 5. Aylık ortalama FES değerlerindeki eğilimler (1975-2008)
(Table 5. Trends in monthly mean PET values (1975-2008))

Veri	Ocak	Şubat	Mart	Nisan	Mayıs	Haziran	Temmuz	Ağustos	Eylül	Ekim	Kasım	Aralık	Yıllık
07:00	$0,069$	$-0,011$	$0,268$	$0,082$	$0,371^*$	$0,323$	$0,391^*$	$0,547^{**}$	$0,302$	$0,275$	$0,148$	$0,148$	$0,543^{**}$
N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
14:00	$0,291$	$0,139$	$0,282$	$0,299$	$0,520^{**}$	$0,624^{**}$	$0,483^{**}$	$0,583^{**}$	$0,391^*$	$0,315$	$0,166$	$0,262$	$0,704^{**}$
N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
21:00	$0,037$	$-0,037$	$0,242$	$0,194$	$0,517^{**}$	$0,795^{**}$	$0,595^{**}$	$0,696^{**}$	$0,528^{**}$	$0,410^*$	$0,159$	$0,110$	$0,645^{**}$
N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
Ort.	$0,069$	$-0,021$	$0,268$	$0,214$	$0,523^{**}$	$0,726^{**}$	$0,545^{**}$	$0,646^{**}$	$0,414^*$	$0,309$	$0,116$	$0,104$	$0,635^{**}$
N	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34

*Korelasyon $0,05$ seviyesinde anlamlıdır.

**Korelasyon $0,01$ seviyesinde anlamlıdır.

Mevsimlere göre FES değerlerinin korelasyon katsayıları hesaplandığında, yukarıda belirtilen bulguları destekleyecek nitelikte daha anlamlı sonuçlara ulaşılmaktadır. Kış mevsiminde günün hiçbir

saatinde anlamlı nedensellik içeren bir katsayı bulunmamaktadır. Saat 07:00'de negatif (-0,084), saat 14:00 ve 21:00'de pozitif korelasyon katsayıları (anılan sırayla +0,322 ve +0,042) hesaplanmıştır. İlkbahar ve yaz mevsiminde, günün bütün saatleri için anlamlı pozitif korelasyon katsayıları bulunmuştur. Sonbaharda ise saat 07:00 dışında, diğer saatlerde anlamlı nedensellik ilişkisi vardır. Pozitif korelasyonun en güçlü olduğu saat dilimi yine 21:00'dir. Yaz mevsiminde saat 21:00'de +0,8 civarında olan korelasyon katsayısı, ilkbaharda +0,5'dir (Tablo 6).

Tablo 6. Mevsimlik FES değerlerindeki eğilimler (1975-2008)
(Table 6. Trends in seasonal mean PET values (1975-2008))

Veri	Kış	İlkbahar	Yaz	Sonbahar
07:00	-0,084	0,378*	0,536**	0,316
N	34	34	34	34
14:00	0,322	0,573**	0,703**	0,444**
N	34	34	34	34
21:00	0,042	0,473**	0,803**	0,565**
N	34	34	34	34
Ortalama	0,065	0,518**	0,765**	0,445**
N	34	34	34	34

*Korelasyon 0,05 seviyesinde anlamlıdır.

**Korelasyon 0,01 seviyesinde anlamlıdır.

6. SONUÇ (CONCLUSION)

Nevşehir'in iklimi üzerinde oldukça etkili olan karasal koşullar, aynı zamanda biyoklimatolojisini de belirleyen en önemli faktördür. Özellikle sabah ve akşam saatlerinde yılın büyük bir bölümünde (eylül-nisan arası) konfor koşullarının altında sıcaklıklar hissedilmektedir. Yılın %80'inde(289,1 gün) FES değerleri 18° C'nin altında seyretmekte olup, insanlar termal koşulları serin ya da soğuk olarak algılamaktadır. İnsanların herhangi bir ekstra çabaya (ısınma ya da soğutma) gerek duymadan yaşadıkları günler, yılın sadece %14,3'ünü (yılda 51,8 gün) oluşturmaktadır. Öğle saatlerinde hissedilen sıcaklıkların nispeten çok daha yüksek olduğu mayıs sonundan ekim başına kadar, sıcaklık stresi yaşanmaktadır. Havadaki nem oranının düşük olmasından dolayı, yaz öğlenlerinin sıcaklık stresinin yerini, sabah ve akşam saatlerinde konforlu koşullar almaktadır. Kış aylarında ise hızlı esen rüzgârlarla birlikte aşırı soğuk hissedilen termal koşullar ortaya çıkmaktadır. Nevşehir'de yılın yaklaşık yarısında (%40,3; yılda 147,1 gün), FES değerinin 4°C'den daha düşük olduğu aşırı soğuk stresi yaşanmaktadır. Bunun temel nedeni, gelen net radyasyon oranlarının yüksek olmasına rağmen, 1260 m yükseltiye sahip olan Nevşehir'de, atmosfer katının nispeten ince olmasıdır. İnce atmosfer nispeten daha az sera gazı içermekte ve dolayısıyla daha az ısı tutmaktadır. Atmosferin ince olması ve karasallığın etkisiyle, termal konfor koşulları yılın büyük bir bölümünde olumsuz bir seyir izlemektedir.

Yükselti ve karasallığın neden olduğu bir diğer önemli sonuç ise, gerek yıl gerekse de gün içinde biyoklimatik koşulların çok farklı değerler almasıdır. Kış ve yaz arasında 30°C'yi geçen farklar oluşmaktadır. Güneşten gelen net radyasyonun atmosferde tutulmamasının bir sonucu olarak yaz aylarında gün içinde (öğleden sonra ve akşam saatleri arasında) 15°C'nin üzerinde farklar meydana gelmektedir. Yaz aylarında, aynı gün içinde birbirinden çok daha farklı termal koşullar ortaya çıkmaktadır. Sabah konforlu olan ortam, öğleden sonra aşırı sıcak ve nihayet akşam saatlerinde serin olarak hissedilmektedir. Gün içindeki farklar, en fazla yaz aylarında

(16,3°C), en az güneşten gelen enerjinin azaldığı kış aylarında görülmektedir (6,1°C).

Nevşehir'in 1975-2008 dönemindeki biyoklimatik koşulları Pearson korelasyon katsayısı kullanılarak analiz edildiğinde, FES değerlerinde belirgin bir pozitif doğrusal ilişki görülmektedir. Bu ilişki, özellikle mayıstan eylüle kadarki dönemde güçlüdür. Sıcak dönemde ilişkinin en kuvvetli olduğu zaman dilimi saat 21:00'dir.

Kış mevsimi dışında diğer mevsimlerde FES değerlerinde anlamlı pozitif ilişkiler görülmektedir. İlkbahar, yaz ve sonbahar mevsimlerinde, saat 21:00'de, kuvvetli pozitif korelasyon değerleri dikkati çekmektedir (yaz +0,803, ilkbahar +0,473, sonbahar +0,565).

Nevşehir ve yakın çevresi turizm açısından yüksek bir potansiyele sahiptir. Özellikle yabancı turistler açısından bir cazibe merkezidir. Yörenin biyoklimatik koşullarının bilinmesi turizm aktivitelerinin planlanmasında, özellikle açık hava etkinliklerinin zamanlamasında büyük önem taşımaktadır. Bu etkinlikler için en uygun zamanlama, sıcak dönemde, termal stresin yaşanmadığı, konforlu koşullara sahip sabah ve akşam saatleridir. Öğleden sonraki etkinlikler için, gerekli önlemler alınarak sıcak stresinin etkisi azaltılmalıdır.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Driscoll, D.M., (1992). Thermal Comfort Indexes. Current Uses and Abuses. Nat. Weather Digest, Cilt: 17, Sayı: 4, ss. 33-38.
2. Fanger P.O., (1972). Thermal comfort. Analysis and applications in environmental engineering. McGrawHill.
3. Höppe, P., (1984). Die Energiebilanz des Menschen. Wiss. Mitt. Meteorol. Inst. Uni München, 49.
4. Höppe, P., (1999). The physiological equivalent temperature—a universal index for the biometeorological assessment of the thermal environment. Int J Biometeorol cilt: 43, Sayı:1, ss. 71-75.
5. Matzarakis, A., Mayer, H., and Iziomon, M.G., (1999). Applications of a universal thermal index: physiological equivalent temperature. Int J Biometeorol, Cilt: 43, Sayı: 1, ss. 76-84.
6. Oliver, E.J., (2005). Encyclopedia of World Climatology, Springer, Dordrecht.
7. Parsons, K.C., (2003). Human thermal environments: the effects of hot, moderate, and cold environments on human health, comfort and performance. – Taylor and Francis, London, New York.