

Türkiye’de Aylık 07.00, 14.00, 21.00 Ortalama Termal Konfor Koşullarının Zaman-Mekânsal Analizi (1975-2008)

The spatiotemporal analysis of monthly 07.00, 14.00, 21.00 mean thermal comfort conditions in Turkey (1975-2008)

Onur Çalışkan^{1*}, Necla Türkoğlu²

¹ Ankara Üniversitesi Eğitim Bilimleri Fakültesi, İlköğretim Bölümü, Ankara

² Ankara Üniversitesi Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Ankara

Öz: Bu çalışmada Türkiye’de termal konfor koşulların yıl içindeki ve gün içindeki değişimi, mekânsal dağılımı 69 istasyondan elde edilen 07:00, 14.00 ve 21.00 ölçümleri kullanılarak analiz edilmiştir. Termal konfor koşullarının mekânsal dağılımı fizyolojik eşdeğer sıcaklık dizini değerlerinin (FES) çoklu çizgisel regresyon modeli aracılığıyla gerçekleştirilmiştir. FES, hava sıcaklığı, nispi nem, rüzgâr, bulutluluk ve solar radyasyon ölçümlerinin kullanımıyla termal algılama değerlerinin santigrat derece cinsinden hesaplanabildiği, insanın fizyolojik özelliklerinin de hesaplamalara dâhil edilebildiği, dünyada yaygın kullanıma sahip bir dizindir. Hesaplamalar sonucunda, Türkiye’de gelen güneş enerjisinin arttığı koşullarda (14.00 ve/veya Mayıs-eylül arası dönem) en yüksek FES değerlerinin karasallığın kuvvetli olduğu alçak alanlarda, tersi durumlarda ise (07.00, 21.00 ve/veya Ekim-Nisan arası), denizelliğin daha baskın olduğu kıyı kuşaklarındaki alçak alanlarda gözlendiği bulunmuştur. Lokasyonların enlem, yükselti ve denizellik özellikleriyle termal algılama değerleri arasında ters orantı olduğu hesaplanmıştır. Enlem, yükselti ve denizellik arttıkça FES değerleri düşmektedir. Bu üç etkinin gün ve yıl içinde şiddetinin değişmesi Türkiye’nin biyoklimatik koşullarını çeşitlendirmektedir.

Anahtar Kelimeler: Biyoklimatik koşullar, fizyolojik eşdeğer sıcaklık, çoklu çizgisel regresyon, zaman-mekânsal analiz, Türkiye.

Abstract: The bioclimatic conditions of Turkey have been carried out by the multi linear regression analysis of latitude, elevation and maritime parameters and monthly mean physiologically equivalent temperatures (PET) of 69 stations which has measurements at 07:00, 14.00 and 21.00 LST (local standard time) between 1975 and 2008. PET is one of the thermal comfort indexes which can included the physiological responds of human being into its calculations by air temperature, relative humidity, wind speed, cloudiness, solar radiation. In Turkey, in the conditions which the incoming solar energy is high (at 14.00 and/or from May to September) the highest PET values have been calculated at terrestrial lowlands, at the opposite side (07:00, 21.00 and/or from October to April) the highest PET values have been found at maritime parts of the country. Furthermore, as a result it is found that when latitude, elevation and maritime values increase, the PET values of the location decrease. The changing impact of these three parameters controls the daily and monthly bioclimatological conditions of Turkey.

Keywords: Bioclimatic conditions, physiologically equivalent temperature, multiple linear regression, spatiotemporal analysis, Turkey.

*İletişim yazar: O. Çalışkan, eposta: ocaliskan@ankara.edu.tr

1. Giriş

İklim ve insan arasındaki etkileşim bilimsel araştırmaların temel konuları arasındadır. İklim, insanların yaşamını, ekonomik faaliyetlerini, sosyokültürel özelliklerini belirleyen doğal sistemlerden biridir. Biyoklimatoloji canlılar ve iklim arasındaki etkileşimleri araştıran çok disiplinli bir bilim dalı olarak insanların verili hava koşullarından nasıl etkilendiklerini araştırmaktadır (Landsberg, 1972; Akman, 1990; Maarouf ve Munn, 2005).

İnsan biyoklimatolojisi, verili atmosfer koşullarından kişilerin nasıl etkilendiklerini değerlendirir. İnsanların atmosfer olayları karşısında verdikleri tepkileri ortaya koymak için hazırlanan dizinlere termal dizinler veya termal konfor dizinleri denilmektedir. Termal konfor terimi, insanın çevresindeki ortamdan memnuniyetini ifade etmektedir. Bu tip ortamlarda insan metabolizması tarafından üretilen ısının dağılması için uygun koşullar bulunmaktadır (ISO, 2002; ASHREA, 2004). Sayıları yüzlerle ifade edilen termal dizinleri ortaya koyan bibliyografik çalışmalar bulunmaktadır (ör. Landsberg, 1972; Driscoll, 1992; Parsons, 2003; Epstein ve Moran, 2006). İnsanın bir ortamda kendini rahat hissedip hissetmediğinin bilinmesi fizyolojistlerin, mühendislerin ve meteorologların çalışmalarına konu olmuştur. Bu çalışmada hava sıcaklığı, ortalama radyan sıcaklık, rüzgâr hızı, nispi nem gibi meteorolojik parametrelere bağlı olarak insan ısı dengesini sağlayan termo-regülatörlerin tepkisini değerlendiren dizinlerden biri olan Fizyolojik Eşdeğer Sıcaklık (FES) dizini kullanılmıştır (Höppe, 1999; Matzarakis vd., 1999). Türkiye'nin biyoklimatik koşullarının alansal dağılımı, yıl içindeki değişimi ve bunu etkileyen faktörlerin belirlenmesi amacıyla belirli istasyonlar için FES değeri hesaplanmıştır. Enlem, yükselti ve denizelliğin biyoklimatik koşullar üzerindeki etkileri istatistiki modellerle ortaya konulmuştur.

Yükselti, biyoklimatik koşulların şekillenmesini sağlayan önemli bir faktördür. Yükselti arttıkça (daha az dağılma, yansıma, soğrulma, kırılma olacağı için) gelen net radyasyon oranı artmakta, atmosfer kalınlığı azalmakta, ince atmosfer daha az radyasyon ve ısı tutmaktadır. Gelen enerji miktarı ve atmosferde tutulan ısı yükseltiye bağlı olarak değiştiği için enerji (radyasyon, ısı) akışı değişmekte ve hava koşulları (nem, rüzgâr) yükseltiden etkilenmektedir. İlk ikisinin bir sonucu olan bu durum, yükseltinin artmasıyla sıcaklıkla birlikte diğer meteorolojik parametrelerin de istikrarsız olmasına neden olmaktadır. Ayrıca atmosferik sınır katmanı (ASK) yükseltiye bağlı olarak incelip kalınlaşabilmektedir. İnce bir ASK'de ısı transferi çok daha çabuk gerçekleşmekte ve hava sıcaklığında artış ve azalış kalın bir ASK'den çok daha çabuk ortaya çıkmaktadır. Yükseltinin termal konfor koşullarına etkisi en fazla kış aylarında görülmektedir. Bu aylarda etkinin artması, yükselti ve atmosfer yoğunluğu ilişkisinin belirleyici olduğunu göstermektedir. Yükseltiye bağlı olarak atmosfer inceldikçe ısı tutma kapasitesi ve istikrarlı yapı bozulmaktadır. Buna bağlı olarak enerji transferi daha hızlı gerçekleşmekte, hava sıcaklığı düşmektedir. Ayrıca nem koşulları, bulutluluk ve rüzgâr koşulları da bu hızlı enerji transferine bağlı olarak artmaktadır. Daha ince AKS daha fazla türbülanslı değişimi beraberinde getirmektedir. Yükselti azaldıkça tüm bu yukarıda sayılan değişkenler tersine işlemekte, daha yüksek termal algılama değerleri ortaya çıkmaktadır. Denizellik ile biyoklimatik koşullar arasında doğrudan bir ilişki vardır. Denizellik atmosferin nem içeriğini etkileyen bir faktördür. Bileşiminde daha fazla nem içeren atmosfer, ısı tutma kapasitesi daha fazla olmasına rağmen, yüzeylere ulaşan radyasyonu engellemektedir. Isınma sürecinde enerjinin yüzeylere ulaşmasını engelleyen nem, soğuma sürecinde yüzeylerin atmosfere verdiği ısıyı tutarak daha dengeli bir dağılım olmasını sağlamaktadır. Denizden uzaklaştıkça FES değerlerinde artma eğilimi görülmektedir. Atmosferdeki nem, karasal alanlarda daha az olduğu için kısa dalga radyasyon çok fazla engellenmeden yüzeylere ulaşabilmektedir. Denizellik etkisi sıcak dönemde yüksek, soğuk dönemde ise düşüktür.

2. Veri ve Yöntem

2.1. Meteorolojik veriler

Türkiye'nin biyoklimatik koşullarının analizinde, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait, 260 istasyona homojenlik testi yapılmış ve birbiriyle homojen olduğu belirlenen 69 istasyonun, 1975-2008

2.3. FES değerlerinin hesaplanması

FES değerlerinin hesaplanmasında anahtar faktör vücut ısı dengesidir. İnsanın bütün yaşamsal organları 37°C civarındaki bir sıcaklıkta çalışmak üzere adapte olmuşlardır. Vücut iç sıcaklığının 37°C'de sabit tutulması durumuna homotermi denilmektedir. Vücudun homotermiyi korumasının çok çeşitli yolları bulunmaktadır. Bunlardan ilki periferel kan akışı hızıdır. İnsan sıcağa maruz kaldığında akış hızlanır, soğuğa maruz kaldığında akış yavaşlar. Periferel akış hızlandığında deri sıcaklığı artar ve deriden kaçan uzun dalga radyasyon oranını yükselir. Soğukta titreme, sıcakta terleme vücudun ısı dengesini koruma yolları olarak karşımıza çıkmaktadır (Landsberg, 1972). 37°C'den daha düşük iç sıcaklık durumuna hipotermi, daha yüksek iç sıcaklığa hipertermi denilmektedir. Uzun süreli sıcaklık düşüşleri ve artışlarının ölümcül sonuçları olabilmektedir.

Gates (1963) termodinamiğin birinci kanunu kullanarak, insan vücudu ısı dengesini, Denk. 1 hesaplanabileceğini ortaya koymuştur. FES hesaplamaları da temelde vücut ısı dengesi denklemine (Denk. 3) dayanmaktadır:

$$M+W+R+C+ED+ERE+ESW+S=0 \quad (\text{Denk. 1})$$

M	= metabolik oran (yiyeceklerin oksijenle yanması sonucu üretilen içsel enerji)
W	= yapılan fiziksel işin yol açtığı enerji
R	= vücudun net radyasyonu
C	= konvektif (taşınımlı) ısı akışı
ED	= deriden suyun buharlaşarak dağılması gizli ısı akışı (hissedilmeyen terleme)
ERE	= solunan havanın ısıtılması ve nemlendirilmesi için kullanılan ısı akışının toplamı
ESW	= terin buharlaşması yoluyla ısı akışı
S	= vücut kütlelerinin ısıtılması ya da soğutulması amacıyla kullanılan ısı akışı.

Bu denklemde (Denk. 1) eğer vücut enerji artırıyor (alıyorsa, kazanıyorsa) bütün birimler pozitif, enerji kaybediyorsa negatif değerler alırlar (M her zaman pozitif, W, ED ve ESW her zaman negatiftir). Bütün ısı akışları için kullanılan birim wattır. Bu denklemdeki ısı akışları doğrudan şu meteorolojik parametrelerle ilgilidir.

Hava Sıcaklığı:	C, ERE
Nemlilik:	ED, ERE, ESW
Rüzgar:	C, ESW
Ortalama Radyan Sıcaklık:	R

Denk. 1'deki bazı değişkenler ortalama giysi yüzey sıcaklığına, ortalama deri sıcaklığına veya terleme oranına bağlıdır. Bu ölçümlerin tamamı ortam tarafından etkilenmektedir. Fizyolojik terleme oranı ESW hesaplanmasının temelidir ve ayrıca iç ısının bir fonksiyonudur. İç ısı hem ortam koşullarına hem de yapılan aktiviteden etkilenmektedir. Dolayısıyla Denk. 3'ü çözebilmek için bilinmeyen üç ölçümün/niceliğin daha saptanması gerekmektedir.

Giysilerin ortalama yüzey sıcaklığı (Tcl)
Ortalama deri sıcaklığı (Tsk)
İç sıcaklık (Tc)

Bu ölçümlerin gerçekleştirilmesi için Denk. 1'e iki denklem daha eklenmiştir. Bunlar içeriden deriye doğru ısı akışını açıklayan Fcs (Denk. 2), deriden giysi katına ve giysi yüzeyine olan ısı akışını açıklayan Fsc, Denk. 3'dir.

$$F_{cs} = v_b \times p_b \times c_b \times (T_c - T_{sk}) \quad (\text{Denk. 2})$$

v_b: içerden deriye doğru kan akışının desteği (l s⁻¹ m⁻², derinin seviyesine ve iç sıcaklığıyla ilişkilidir)

p_b: kan yoğunluğu (kg/l)

c_b: özgül ısı (WsK⁻¹kg⁻¹)

$$F_{cs} = (1/I_{cl}) \times (T_{sk} - T_{cl})$$

(Denk. 3)

I_{cl}: giysinin ısı direnci

Bu denklemler ve bazı termofizyolojik faktörlerin oluşturduğu sistem sayesinde verili iklim parametreleri, aktivite tipi ve giyim koşulları altında, ısı akışları, vücut sıcaklığı ve terleme oranıyla karakterize edilen insan vücudunun termal durumu hesaplanabilmektedir. Bu yüzden MEMI iklimin ısıl bileşenleri açısından termofizyolojik açıdan da anlamlı olabilecek değerlendirmelerin temelini vermektedir. Bu modelin Gagge’nin iki nodlu modelinden en önemli farklılığı fizyolojik terleme oranının hesaplanmasıdır (Höppe, 1999).

Termal konfor koşullarının şekillenmesinde en önemli rolü oynayan süreçler insan vücudu ile ortam arasındaki ısı transferidir. İnsanın çevresiyle olan ısı değişimi temel dört yoldan gerçekleşmektedir. Kondüksiyon (iletme), konveksiyon (taşıma), radyasyon (ışınım), gizli ısı transferi (buharlaştırma). FES değerlerinin hesaplanmasında metabolik oranlarla birlikte hava sıcaklığı, nispi nem, rüzgâr hızı, ortalama radyan sıcaklığı da bu ısı değişim oranlarının hesaplanması sırasında kullanılmaktadır.

2.4. Termal Konfor Haritaları

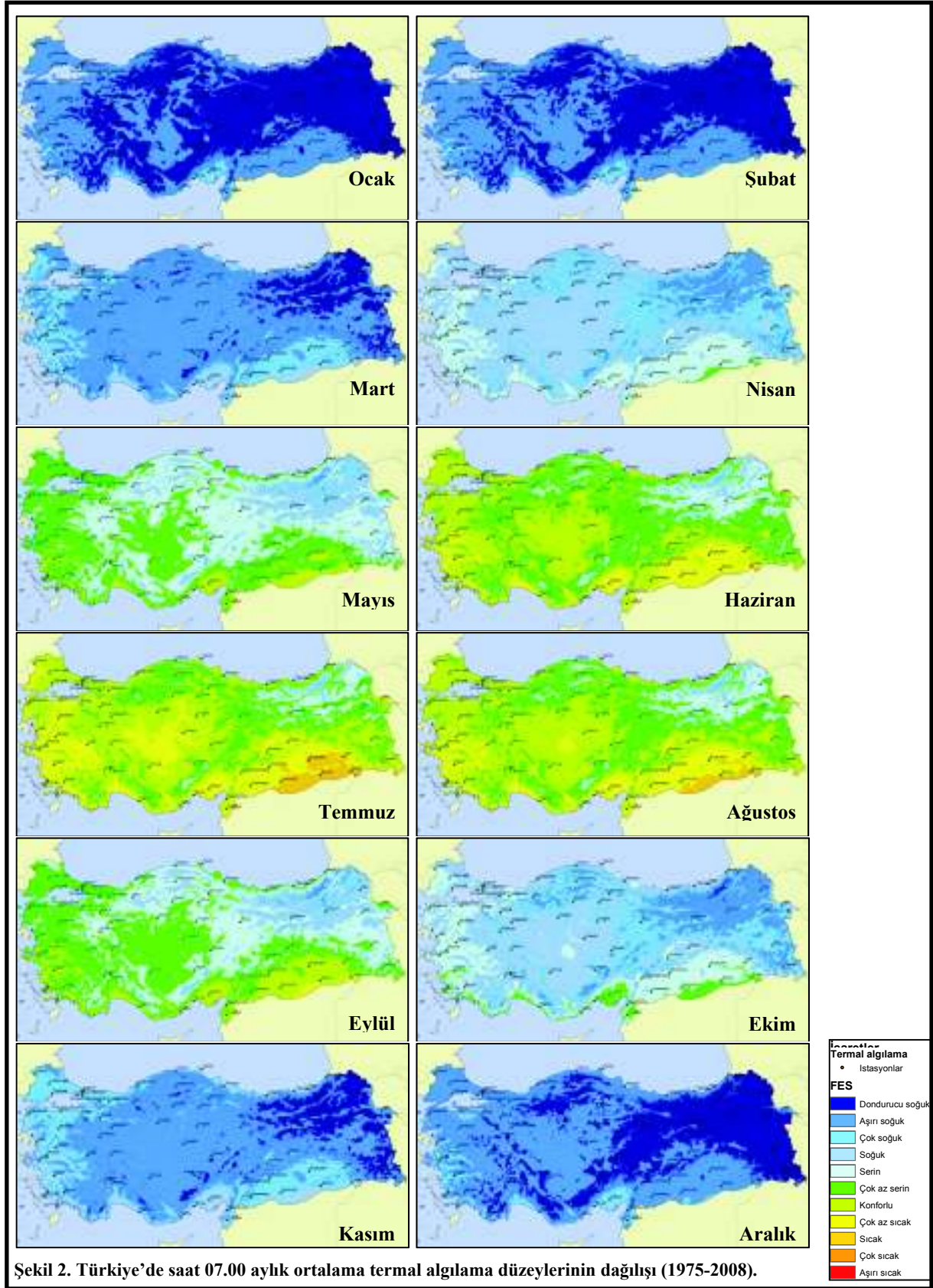
Biyoklimatik koşulların alansal dağılımı, termal konfor haritalarıyla gösterilmiştir. Bu haritalarda kullanılan veriler, FES değerleri ile enlem, yükselti, denizellik parametreleri arasında çoklu çizgisel regresyon analizi yapılarak elde edilmiştir. Çoklu çizgisel regresyon modeli aracılığıyla biyoklimatolojik koşulların niteliği, sadece istasyon olan noktalardan kurtarılarak, verinin bulunmadığı alanlara da yayılmıştır. Bağımsız değişkenlerden enlem, yükselti ve denizellik ile bağımlı değişken olan FES değerleri arasındaki ilişkiyi belirleyen çeşitli atmosferik kontroller bulunmaktadır (ör: global radyasyon miktarı, nem içeriği, güneşlenme süresi, vb.). Çoklu çizgisel regresyon modeli sonucunda ortaya çıkan FES, enlem, yükselti, denizellik ilişkisi coğrafi bilgi sistemleri (CBS) yazılımlarıyla Türkiye’nin tamamını gösterecek şekilde haritalanmıştır. Her bir ay ve saat için farklı fonksiyon değerleri ortaya çıkmış, bunlardan istatistik hesaplama yazılımı kullanılarak regresyon katsayıları (r^2 değerleri) ve denklemleri elde edilmiştir. Elde edilen r^2 değerleri kullanılarak her bir bağımsız parametrenin biyoklimatik koşullara etkisi ortaya konmuştur.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Saat 07.00 ortalamalarına göre biyoklimatik koşullar

Astronomik olarak kış mevsiminin ilk ayı olarak kabul edilen aralık ayı FES değerleri, Türkiye’nin tamamında 4°C FES’den daha düşük termal algılamalara neden olmaktadır. 1975-2008 arasında saat 07.00’de en düşük FES değeri -36,10°C, en yüksek değer 3,30°C, Türkiye ortalaması ise -8,45°C’dir. Çok soğuk termal algılamalar, Akdeniz ve Ege kıyılarında ince bir hat boyunca ortaya çıkarken, Türkiye’nin %60’ında aşırı soğuk algılamalar hâkimdir. Dondurucu soğuklar ise güneyde 1700-1800 m, kuzeyde ise 1200-1300 m’den daha yüksek alanlarda hissedilmektedir (Şekil 2).

Türkiye’de en olumsuz hava koşullarının ortaya çıktığı ay ocaktır. Çalışmada kullanılan istasyonların büyük bir bölümünde kaydedilen sıcaklıkların en düşük değerleri bu aydadır. Biyoklimatik koşullar açısından değerlendirildiğinde de ocak ayı termal algılamaları en düşük seviyelerdedir. Saat 07.00’de Türkiye’nin tamamında soğuk algılamalar çeşitli düzeylerde ortaya çıkmaktadır. Hesaplanan en küçük değer -41,7°C, en büyük değer 1,95°C, Türkiye ortalaması ise -11,09°C’dir. Sabah saatleri için en yüksek termal konfor değerleri Türkiye’nin güney kıyısı boyunca yükseltisi 50-70 m’ye kadar olan alanlarda görülmektedir. Türkiye’nin batısının tamamı, karasal iç kesimleri ve güneydoğusunda 1000-1200 m’ye kadar olan alanlar, Karadeniz kıyı kuşağı aşırı soğuk hissedilmektedir. Diğer alanlarda ise dondurucu soğuk termal algılamalar hâkimdir (Şekil 2).



Şubat ayı 07.00 ortalaması $-9,92^{\circ}\text{C}$ ’dir. En düşük değer $-38,89^{\circ}\text{C}$, en yüksek değer ise $2,5^{\circ}\text{C}$ ’dir. Şubat, ocaktan daha yüksek, aralıktan daha düşük konfor değerlerine sahiptir. Aralık ve ocak aylarında olduğu gibi üç sınıf termal algılama düzeyi gözlenmektedir. Güneydoğudaki karasal alçak alanların yanı sıra, güney ve güneybatıda denizel alanların 100-200 m’ye kadar olan kesimlerinde çok soğuk termal algılamalar bulunmaktadır. Dar alanlı bu konfor düzeyi, aşırı soğuk termal algılamalar tarafından çevrelenmektedir. Türkiye’nin kuzey kıyıları, batısı, iç kesimleri, güneydoğusundaki alçak alanlar aşırı soğukların etkisi altındadır. Anadolu’nun tüm doğusu ve kuzeydoğusunda dondurucu soğuklar hâkimdir. Bunların yanında güney ve kuzeyde uzanan dağ sıralarının 1200-1600 m’den daha yüksek kesimleri dondurucu soğuk termal algılamalara sahiptir (Şekil 2).

Soğuk ve sıcak mevsim arasındaki geçişi astronomik olarak temsil eden baharın ilk ayı marttır. İlkbahar içinde martın daha çok kış mevsimini karakterize ettiği gözlenmektedir. Türkiye’nin tamamında soğuk stresi varlığını korumaktadır. Mart sabahlarında da termal konfor koşullarının Türkiye genelinde olumsuz olduğu gözlenmektedir. Hesaplanan en düşük değer $-26,52^{\circ}\text{C}$, en yüksek değer $6,53^{\circ}\text{C}$, Türkiye ortalaması $-3,86^{\circ}\text{C}$ ’dir. Türkiye’nin güneyi ve güneybatısındaki alçak denizel alanların yanı sıra güneydoğusundaki karasal alanlarda da soğuk algılamalar bulunmaktadır. Sınırlı alanlar içine hapsolmuş bu termal algılamaların çevresinde, güneyde 1000-1100 m, kuzeyde ise 600 m yükseltisi olan alanlarda çok soğuk termal algılamalar görülmektedir. Çarşamba, Bafra ovaları ve kara içindeki tektonik ovaların FES değerleri çevrelerine nazaran daha yüksektir. Mart saat 07.00’de en yaygın görülen termal algılama düzeyi, aşırı soğuk termal algılamadır. 2500 m’den yüksek dağlık alanlar ve Anadolu’nun kuzeydoğusunda dondurucu soğuklar bulunmaktadır (Şekil 2).

Nisan, mart ve mayıs aylarına göre ilkbahar mevsimini daha iyi karakterize etmektedir. Nisan ayı 07.00 ortalamalarına göre, Türkiye’de hissedilen termal algılama değerinin en düşüğü $-12,21^{\circ}\text{C}$, en yükseği $14,56^{\circ}\text{C}$, Türkiye ortalaması $5,19^{\circ}\text{C}$ ’dir. Meteorolojik parametrelerdeki olumlu gidişin devam etmesi termal konfor değerlerine de yansımakta ve soğuk dönemin aşırı baskılarının az da olsa hafiflediği görülmektedir. Nisan sabahlarında en sıcak hissedilen alanlar genellikle güneydoğuda kara içindeki alçak alanlardır. Akdeniz kıyısında bazı alanlarda da çok az serin termal algılamalar bulunabilmektedir. Daha yaygın bulunan serin termal algılamalar, güneydoğunun yanı sıra Akdeniz ve Ege kıyıları boyunca yaygındır. Saat 07.00’de en yaygın karşılaşılan soğuk termal algılamalar ise Anadolu ve Trakya’nın kuzey kıyılarında, karasal iç bölgelerin 1300-1700 m’ye kadar olan alanlarında gözlenmektedir. Yüksek kıvrım ve volkan dağları, Anadolu’nun doğusu ve kuzeydoğusunda ise yükselti arttıkça çok soğuk, aşırı soğuk ve dondurucu soğuk termal algılamaların birbirini izlediği görülmektedir (Şekil 2).

İlkbaharın son ayı olan mayısta, yaz mevsimine benzer biyoklimatik koşullar oluşmaktadır. Gelen enerji oranının artması, soğuk ve nemli hava kütlelerinin yerini sıcak ve kuru olanların alması, biyoklimatik koşulların da iyileşmesini beraberinde getirmektedir. Saat 07.00’deki FES değerleri en düşük $-6,24^{\circ}\text{C}$, en yüksek $22,12^{\circ}\text{C}$, ortalama $12,03^{\circ}\text{C}$ ’dir. Sabah saatlerinde konforlu termal algılamalar, güneydoğudaki karasal alçak alanlarda ve Akdeniz-Ege kıyıları boyunca ortaya çıkmaktadır. Karadeniz kıyı kuşağı, Batı Anadolu’nun tamamı, iç kesimlerin yanı sıra doğudaki alçak ovalarda da çok az serin termal algılamalar bulunmaktadır. En yaygın karşılaşılan serin termal algılamalar, Anadolu’nun içlerindeki yüksek kesimlerde ve dağ eteklerinde kendini göstermektedir. Türkiye’nin yüksek doğusu ve kuzeydoğusu yanında, tek tek duran yüksek dağlarda soğuktan başlayarak aşırı soğuğa doğru giden termal algılamalar izlenmektedir (Şekil 2).

Haziranda gelen enerjinin ve süresinin artmasına bağlı olarak Türkiye’nin tamamında biyoklimatik koşullar olumlu yönde değişmektedir. Saat 07.00’de Türkiye genelinde termal konfor koşullarının önceki aylara nazaran çok daha olumlu olduğu gözlenmektedir. FES değerlerinin yükselmesiyle birlikte soğuk stresine yol açan koşullarda önemli oranda gerilemeler ortaya çıkmaktadır. Hesaplanan en düşük değer $-3,12^{\circ}\text{C}$, en yüksek değer $30,86^{\circ}\text{C}$, ortalama değer ise $17,77^{\circ}\text{C}$ ’dir. Haziran sabahlarında, Anadolu’nun kuzeydoğusundaki dağlık alanların yanı sıra, Türkiye’nin güneyinde ve iç kesimlerinde bulunan yüksek dağlar, soğuk stresinin, Anadolu’nun kuzey ve güneyinde bulunan dağların etekleri ve 1000-1500 m yükseltiyeye sahip doğu bölümleri çok az serin

termal algılamaların görüldüğü alanlardır. En geniş alan kaplayan konforlu termal algılamalar, Trakya'nın tamamında, Karadeniz kıyısı boyunca, Batı Anadolu ve karasal iç kesimlerin 1000 m'den alçak kesimlerinde gözlenmektedir. Güneydoğu Toroslar'ın güneyi, Akdeniz ve Ege kıyılarıyla ova tabanlarında çok az sıcak termal algılamalar bulunurken, Cizre-Ceylanpınar Ovası hattı boyunca dar bir kuşakta sıcak termal algılamalar ortaya çıkmaktadır (Şekil 2).

Türkiye'de çoğu istasyonda en sıcak değerlerin kaydedildiği ay temmuzdur. Saat 07.00 FES ortalamalarına göre en düşük değer $-2,72^{\circ}\text{C}$, en yüksek değer $36,16^{\circ}\text{C}$ ve Türkiye geneli ortalaması $20,35^{\circ}\text{C}$ 'dir. En düşük FES değerlerinin ortaya çıktığı alanlar Batı, Orta Toroslar, Uludağ, Küre, Köroğlu, Canik dağları zirveleri ve Anadolu'nun kuzeydoğusunda bulunan dağların 2000 m'den yüksek bölümleridir. Çok az serin termal algılamalar bu sayılan dağlık alanların eteklerinde ve karasal alanların 1200 m'den daha yüksek bölümlerinde bulunmaktadır. Türkiye'de geniş alanlarda ortaya çıkan konforlu koşullar, Trakya'nın büyük bir bölümünde, Karadeniz kıyısında, Batı ve Doğu Anadolu'da ve iç kesimlerin 650-1200 m yükseltiler arasındaki kesimlerinde görülmektedir. Çok az sıcak termal algılamalar ise genellikle Ege ve Akdeniz kıyılarını takip etmekle birlikte kara içindeki depresyonlar ve Güneydoğu Anadolu'da gözlenmektedir. Sıcak stresinin şiddetli olduğu alanlar ise güneydoğudaki karasal alçak alanlardır (Şekil 2).

Ağustos, yaz mevsiminde en düşük solar radyasyon miktarına sahip olmasına rağmen, yüksek FES değerlerinin görüldüğü ikinci aydır. Bunun temel nedeni atmosferin yüzeyden ısınması ve Türkiye üzerinde etkili olan uzak bağlantılardır (hava kütleleridir). Mayıs ayından itibaren ısınan yüzeyler enerjilerinin büyük bir bölümünü temmuz ve ağustosta atmosfere vermektedirler. Ayrıca Türkiye'yi ağustosta güneyden gelen sıcak ve kuru hava kütleleri etkilemektedir. 07.00'deki termal konfor koşulları dikkate alındığında, genel olarak ağustos temmuz ayı ile benzerlik göstermektedir. Ağustosun ortalama FES değeri temmuzdan $1,39^{\circ}\text{C}$ daha düşüktür. Ağustos sabahlarında hesaplanan en düşük değer $-3,16^{\circ}\text{C}$, en yüksek değer $33,95$, ortalama değer ise $18,96^{\circ}\text{C}$ 'dir. Ağustos sabah saatlerinde yüksek dağlık alanlarda 13°C 'den düşük FES değerleri dikkati çekmektedir. Bu alanları çevreleyen nispeten daha alçak alanlar ve Türkiye'nin kuzeyi ve doğusunda çok az serin termal koşullar kendini göstermektedir. Konforlu termal algılamalar ise Trakya'nın tamamı, Karadeniz kıyı kuşağı, İç Batı ve İç Anadolu, Doğu Anadolu'nun alçak ovalarında hâkimdir. Akdeniz, Ege kıyıları ve kara içlerindeki alçak alanlarda çok az sıcak termal algılamalar gözlenirken, Güneydoğu Anadolu'nun alçak alanlarında sıcak termal algılamalar izlenmektedir (Şekil 2).

Sonbahar mevsiminin ilk ayı olan eylülde, yaz mevsiminin olumlu termal algılamaları varlığını korumaktadır. Eylül 07.00'de en düşük FES değeri $-7,88^{\circ}\text{C}$, en yüksek FES değeri $25,87^{\circ}\text{C}$, ortalama FES değeri $12,79^{\circ}\text{C}$ 'dir. Yaz sonuna göre eylülde, termal konfor değerleri ortalama $6,17^{\circ}\text{C}$ düşmektedir. Türkiye'nin %15'inde 8°C ile -10°C arasında değişen termal algılamalar bulunmaktadır. Anadolu'nun tüm kuzeyi, iç batısındaki plato sahaları, doğusu ve kuzeydoğusunda soğuk stresi önemli ölçüde kendini göstermektedir. Çok az serin termal algılamalar ise Trakya Yarımadası, İç Anadolu ve Doğu Anadolu'nun alçak kesimlerinde görülmektedir. Ege-Akdeniz kıyılarında dar bir hat boyunca ve Güneydoğu Toroslar'ın güneyinde konforlu termal algılamalar hâkimdir. Çok az sıcak algılamalar Anadolu'nun karasal alçak güney ucunda bulunmaktadır (Şekil 2).

Eylül, yaz mevsiminin özelliklerini taşıırken, ekim sonbaharın tipik ayı olarak dikkat çekmektedir. Ekimde sıcak koşullar sona ermekte, soğuk algılamalar kendini daha çok hissettirmektedir. Saat 07.00'deki FES değerlerine göre en düşük değer $-17,31^{\circ}\text{C}$, en yüksek değer $16,46^{\circ}\text{C}$, Türkiye ortalaması $4,81^{\circ}\text{C}$ 'dir. Eylül ile ekim arasında ortalama $7,98^{\circ}\text{C}$ fark bulunmaktadır. Bu haliyle Türkiye genelinde 18°C 'den düşük toplam altı termal konfor düzeyi ortaya çıkmaktadır. Ekim ayı saat 07.00'de en düşük FES değerleri (dondurucu soğuklar) Kaçkar ve Karçal dağları gibi kuzeydoğudaki yüksek dağlık alanlarda ve Büyük Ağrı Dağı'nda ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin kuzeyi, doğusu ve güneyindeki yüksek dağlık alanlarda çok soğuk ve aşırı soğuk algılamalar bulunurken, karasal alçak alanlarda soğuk termal algılamalar hâkimdir. Toroslar'ın güneyi, Karadeniz kıyısında Çarşamba ve Bafra ovaları ile Batı Anadolu'da serin termal algılamalar gözlenmektedir.

Cizre-Şanlıurfa hattı boyunca ve Akdeniz-Ege kıyılarında dar bir kuşak boyunca çok az serin termal algılamalar bulunmaktadır (Şekil 2).

Sonbahar mevsiminin son ayı olan kasım, kış mevsiminin biyoklimatik koşullarına benzer termal algılamalara sahiptir. Kasım saat 07.00 FES değerleri şiddetli soğuk streslerinin yeniden ortaya çıktığı zaman dilimidir. Hesaplanan en düşük FES değeri $-28,70^{\circ}\text{C}$, en yüksek değer $7,16^{\circ}\text{C}$, Türkiye ortalaması $-3,51^{\circ}\text{C}$ 'dir. Anadolu'nun yüksek kuzeydoğusunda kendini gösteren dondurucu soğuklar, diğer dağlık alanlarda da gözlenmektedir. Türkiye'nin tüm kuzeyi, doğusu ve kıyı şeridine kadar güneyinde aşırı soğuklar hâkimdir. Akdeniz, Ege, Marmara ve Karadeniz sahil şeridi boyunca ve güneydoğudaki alçak karasal alanlarda çok soğuk ve soğuk termal algılamalar bulunmaktadır (Şekil 2).

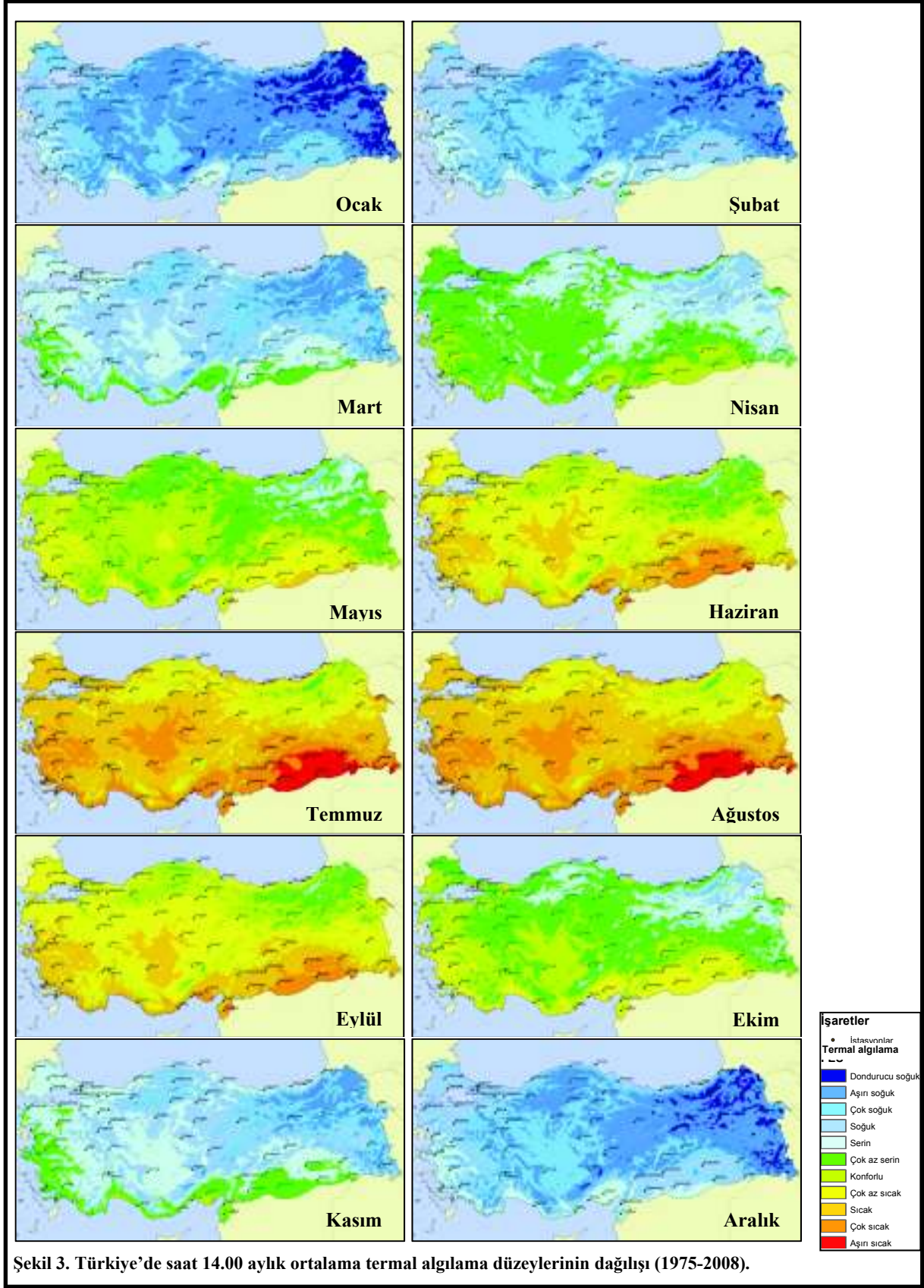
3.2. Saat 14.00 ortalamalarına göre biyoklimatik koşullar

Saat 14.00 FES değerleri aralık sabah saatleriyle kıyaslandığında yaklaşık 9°C daha yüksektir. En düşük FES değeri $-26,28^{\circ}\text{C}$, en yüksek $13,86^{\circ}\text{C}$ ve ortalama $0,41^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu zaman diliminde en yüksek termal algılamalar, Akdeniz kıyısı boyunca sınırlı alanlarda ortaya çıkan, çok az serin algılamalardır. Bu dar alanları çevreleyen serin termal algılamalar, Anadolu'nun güney ve güneybatısında görülmektedir. Trakya, Anadolu'nun kuzey kıyıları ve iç kesimlerdeki alçak alanlar çok soğuk hissedilirken, bu alanların yüksek kesimlerinde (1000-1400 m'den sonra) aşırı soğuk algılamalar ortaya çıkmaktadır. Türkiye'nin yüksek kuzeydoğusu yanı sıra Toroslar'ın 2700-3000 m'den daha yüksek kesimlerinde dondurucu soğuk algılamalar gözlenmektedir (Şekil 3).

Ocak ayında saat 14.00'de FES değerleri ciddi soğuk streslerine sebep olmaktadır. Saat 07.00 değerlerinden ortalama $9,5^{\circ}\text{C}$ daha yüksek olmasına rağmen, saat 14.00 Türkiye ortalaması $-1,59^{\circ}\text{C}$ 'dir. Hesaplanan en düşük FES değeri $-29,79^{\circ}\text{C}$, en yüksek FES değeri ise $12,63^{\circ}\text{C}$ 'dir. Anadolu'nun tüm güneyi ve güneybatısında, Edremit Körfezi'ne kadar kıyı kuşağında serin hissedilmektedir. Bu dar alanı kuşatan soğuk termal algılamalar, 400-800 m'ler arasında hissedilmektedir. Trakya Yarımadası, Karadeniz kıyıları ve kıyı ovalarında da soğuk termal algılamalar bulunmaktadır. Anadolu'nun iç kesimlerinde çok soğuk termal algılamalar kendini gösterirken, güneyde 1600 m, kuzeyde 1000 m'den sonra aşırı soğuk algılamalar hâkimdir. Öğleden sonra dondurucu soğuklar kuzeydoğudaki yüksek kesimlerde yaygın olmakla birlikte, güneyde Bolkar ve Aladağların 2500 m'den yüksek kesimlerinde, Hasan, Erciyes Dağı'nın zirve kısımlarında da (2500 m'den yüksek) hissedilmektedir (Şekil 3).

Şubat saat 14.00'de en düşük FES değeri $-25,92^{\circ}\text{C}$, en yüksek FES değeri $14,07^{\circ}\text{C}$, Türkiye ortalaması $0,69^{\circ}\text{C}$ 'dir. Sabah saatleriyle kıyaslandığında ortalama $10,64^{\circ}\text{C}$ 'lik bir termal konfor artışı dikkati çekmektedir. En yüksek termal algılamalar güneydeki denizel alanlarda oluşmaktadır. Buraların yanı sıra Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege'de 300-800 m arasında kalan alanlar serin termal algılamalara sahiptir. Batı Anadolu'nun büyük bir bölümü, bütün Karadeniz kıyısı, güneydoğudaki alçak alanlar soğuk hissedilmektedir. Anadolu'nun merkezi bölümünde çok soğuklar hâkimken, kuzey ve güneydeki yüksek dağlık alanlarda, doğuda geniş alanda aşırı soğuk termal algılamalar bulunmaktadır. Güneyde 3000 m, kuzeyde 2300 m'den daha yüksek dağlık alanlarda da dondurucu soğuklar varlığını korumaktadır (Şekil 3).

Mart 14.00 FES değerleri sabah saatlerinden ortalama $10,33^{\circ}\text{C}$ daha yüksektir. En düşük değer $-15,45^{\circ}\text{C}$, en yüksek değer ve $18,02^{\circ}\text{C}$, Türkiye ortalaması ise $6,47^{\circ}\text{C}$ 'dir. Her ne kadar şubat ayına kıyasla 6°C civarında bir artış görülse de ülkenin %61'inde soğuk algılamalar hâkimdir. Çok az serin termal algılamalar, Anadolu'nun güneyi ve güneybatısında çok ince bir hat boyunca uzanmaktadır. Serin koşullar bu alanların hemen kuzeyinde başlamakta ve Karadeniz kıyısında da kendini göstermektedir. Mart öğleden sonralarının en yaygın termal algılama düzeyi olan soğuk termal algılamalar İç Batı ve İç Anadolu'da kendini göstermektedir. Anadolu'nun doğusu, kuzeyi ve kuzeydoğusunda ise 4°C 'den daha düşük FES değerleri hâkimdir (Şekil 3).



Nisanda, Türkiye’nin güneyinde ve batısında, soğuk stresi yerini konforlu termal algılamalara bırakmaktadır. Nisan, dar alanlarda da olsa konforlu termal algılamaların ortaya çıktığı ilk zaman dilimidir. Buna rağmen konforsuz koşullar geniş alanlar kaplamaktadır. Mart saat 14.00 ortalamalarından 7°C civarında daha yüksek olan termal algılamalar, nisan 07.00 ortalamasından da 8,28°C daha yüksektir. Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen en düşük değer -4,45°C, en yüksek değer 22,78°C, Türkiye ortalaması 13,48°C’dir. FES değerlerinin en yüksek düzeylerinin görüldüğü alanlar, termal stresin olmadığı konforlu koşulların gözlemlendiği alanlardır. Güneydoğu Toroslar’ın güneyindeki alçak karasal alanlar, Akdeniz ve Ege kıyılarındaki vadi tabanları ve ovalarda konforlu koşullar bulunmaktadır. Öğleden sonraki termal konfor koşulları göz önünde tutulduğunda, en yaygın karşılaşılan düzey çok az serindir. Bütün Karadeniz kıyılarında, Trakya Yarımadası’nın tamamında, İç ve İç Batı Anadolu’da çok az serin algılamalar bulunmaktadır. Akdeniz ve Ege’de yükseltinin 1200-1800 m’ler arasında olduğu kara içlerinde ve kuzeyde 1000-1300 m’den daha yüksek alanlarda ise serin hissedilmektedir. Yüksek dağlık alanlar ve Kuzeydoğu Anadolu’da her zaman olduğu gibi en düşük FES değerleri gözlenmektedir (Şekil 3).

Mayıs öğleden sonraki FES’leri önceki aya nazaran ortalama 6,32°C daha yüksektir. Türkiye’nin güneyi, batısı ve iç bölgelerinde insan aktiviteleri bakımından en uygun termal koşullara işaret eden konforlu ve çok az sıcak termal algılamaların varlığı dikkat çekmektedir. Yapılan hesaplamalar sonucunda elde edilen en düşük FES değeri -0,46°C, en yüksek FES değeri 32,27°C, Türkiye ortalaması 19,80°C’dir. Sıcak termal algılamaların ortaya çıktığı alanlar, Cizre-Şanlıurfa boyunca çizilecek bir hattın güneyi, Amik Ovası ve Anamur’dur. Bu alanları Güneydoğu, Güneybatı ve Batı Anadolu’da çok az sıcak termal algılamalar kuşatmaktadır. Konforlu termal algılamalar, Anadolu’nun kuzey kıyıları ve kara içlerindeki alçak alanlarda yoğunlaşmaktadır. Ülkenin kuzey ve güneyinde uzanan kıvrım dağları yanı sıra karasal yüksek alanlarda çok az serin termal algılamalar bulunmaktadır. Kuzeydoğudaki yüksek alanlar ve dağların 2500 m’den yüksek alanlarında ise 13°C’den daha düşük FES değerleri ortaya çıkmaktadır (Şekil 3).

Haziranda konforlu koşulların yerini sıcak stresine yol açan koşullar almaktadır. En düşük FES 1,9°C, en yüksek FES 43,12°C, Türkiye ortalaması 26,32°C’dir. Saat 14.00 FES değerleri sabah değerlerinden 8,55°C, mayıs ayından 6,52°C daha yüksektir. Konforlu termal algılamalar sadece yüksek dağlık alanlarda ortaya çıkarken, Anadolu’nun kuzey ve kuzeydoğusunda yer alan yüksek alanlar en düşük FES değerlerine sahiptir. En yaygın görülen termal algılama düzeyi, Anadolu’nun kuzeyi, batısı, doğusu ve 800-1200 m’ler arasındaki yükseltilerde görülen, çok az sıcak algılamalardır. En yüksek FES değerlerinin güneydoğu Anadolu’nun güneyinde bulunması, yaz mevsiminde ortaya çıkabilecek termal streslerin kara içlerinde daha yoğun olduğunun bir göstergesidir. Benzer bir şekilde çok sıcak termal algılamalar, yoğun olarak kara içleriyle birlikte Akdeniz ve Ege kıyı şeridinde ortaya çıkmaktadır. Sıcak termal algılama düzeyi ise gerek kara içinde gerek kıyılarda geniş alanlar kaplamaktadır (Şekil 3).

Temmuz, saat 14.00 yüksek FES değerleri bakımından ağustostan sonra gelmektedir (en düşük 9,79°C, en yüksek 49,62 ve ortalama 32,02°C). Temmuz saat 14.00 değerleri, haziran 14.00’ten 5,69°C, ocak 14.00 değerlerinden 33,61°C daha yüksektir. Temmuz öğleden sonraları temmuz sabahlarından 11,67°C daha sıcak hissedilmektedir. Bu zaman diliminde Türkiye’nin büyük bir bölümünde çeşitli düzeylerde sıcak stresi ortaya çıkmaktadır. En uygun termal koşullara sahip alan olarak Anadolu’nun kuzeyi, kuzeydoğusu ve yüksek dağlık alanlar gösterilebilir. Bu alanlarda konforlu, çok az serin ve serin termal algılamalar birbirini izlemektedir. Yüksek alanların hemen altında çok az sıcak algılamalar ortaya çıkmaktadır. Türkiye’nin tüm batısı, kuzeybatısı, Karadeniz sahil şeridi, doğuda 1700 m’den alçak alanlar sıcak algılanmaktadır. Akdeniz ve Ege kıyıları, iç bölgelerdeki karasal alçak sahalar ve Güneydoğu Anadolu’nun yüksek bölümlerinde çok sıcak, karasal alçak alanlarında aşırı sıcak termal algılamalar hâkimdir (Şekil 3).

Ağustosta en düşük FES 12,52°C ve en yüksek 48,47°C’dir. Türkiye ortalaması ise 32,50°C’dir. 14.00 FES değerleri günün aynı saatindeki temmuz değerlerinden 0,48°C daha yüksektir. Mayıstan itibaren güneşten gelen enerjinin süregelen bir şekilde artması, beraberinde sürekli sıcak kalan yüzeyleri ve atmosferde dengeli bir nem oranı varlığını getirmektedir. Dolayısıyla öğleden sonra saatleri için termal konfor değerlerinde en yüksek ortalamaların görülmesi bir ay gecikmeli olarak gerçekleşmektedir. 14.00 değerlerinin 07.00 değerlerinden 13,54°C daha yüksek olduğu bu ayda,

alansal dağılım temmuzla benzerlik göstermektedir. Ülkenin kuzey ve kuzeydoğusundaki yüksek alanlar, çok az sıcak ve serin termal algılamalar arasında değişen nispeten daha uygun biyoklimatik koşulları taşıırken, doğusu, batı yarısı ve kara içlerindeki yüksek alanlarda sıcak termal algılamalar görülmektedir. Termal algılama açısından iç kesimlerdeki alçak alanlar ve Akdeniz-Ege kıyı şeridi çok sıcak, Güneydoğu Anadolu'nun karasal alçak alanları ise aşırı sıcaktır (Şekil 3).

Eylül ayı öğle saatlerinde FES değerleri en düşük 5,38°C, en yüksek 41,32°C, ortalama 26,39°C'dir. Sabah saatlerine göre ortalama 13,60°C daha yüksek, ağustos 14.00 değerlerinden 6,11°C daha düşüktür. Düşük FES değerleri Türkiye'nin yüksek dağları ve kuzeydoğusunda yer almaktadır. Konforlu termal algılamalar da kuzey ve kuzeydoğuda yüksek kesimlerde görülmektedir. Geniş alanlarda gözlenen çok az sıcak koşullar, yoğunlukla Trakya Yarımadası, Anadolu'nun iç kesimleri ve İç Batı Anadolu'da yaygındır. İç bölgelerdeki karasal alçak alanların yanı sıra Akdeniz-Ege kıyılarındaki ovalar, doğu ve güneydoğudaki alçak alanlar sıcak hissedilmektedir. Çok sıcak termal algılamalar Türkiye'nin güney sınırı boyunca gözlenirken, aşırı sıcak termal algılamalar sadece Habur Çayı'nın Dicle'yle birleştiği alanda ortaya çıkmaktadır (Şekil 13).

Ekim saat 14.00'te elde edilen en düşük FES değeri -2,93°C, en yüksek FES değeri 29,43°C, Türkiye ortalaması 17,24°C'dir. Bu haliyle ekim ayı ortalaması eylül'den 9,15°C daha düşüktür. Ekim ayı içinde öğleden sonraları sabah saatlerinden 12,43°C daha yüksektir. Orta Toroslar, Anadolu'nun kuzeydoğusu ve kuzeyindeki yüksek alanlarda soğuk, çok soğuk, aşırı soğuk termal algılama düzeyleri bulunmaktadır. Serin termal algılamalar Trakya ve Anadolu'nun kuzeyi, iç kesimlerin yüksek alanları, İç Batı Anadolu'da yer almaktadır. Konforlu termal algılamalar Kuzeybatı, Batı, İç Anadolu, Toros Dağları'nın etekleri, Doğu Anadolu'daki ovalarda görülmektedir. Güneydoğu Toroslar'ın güneyindeki alçak alanlar ve Akdeniz-Ege kıyılarında ise çok az sıcak koşullar hâkimdir (Şekil 3).

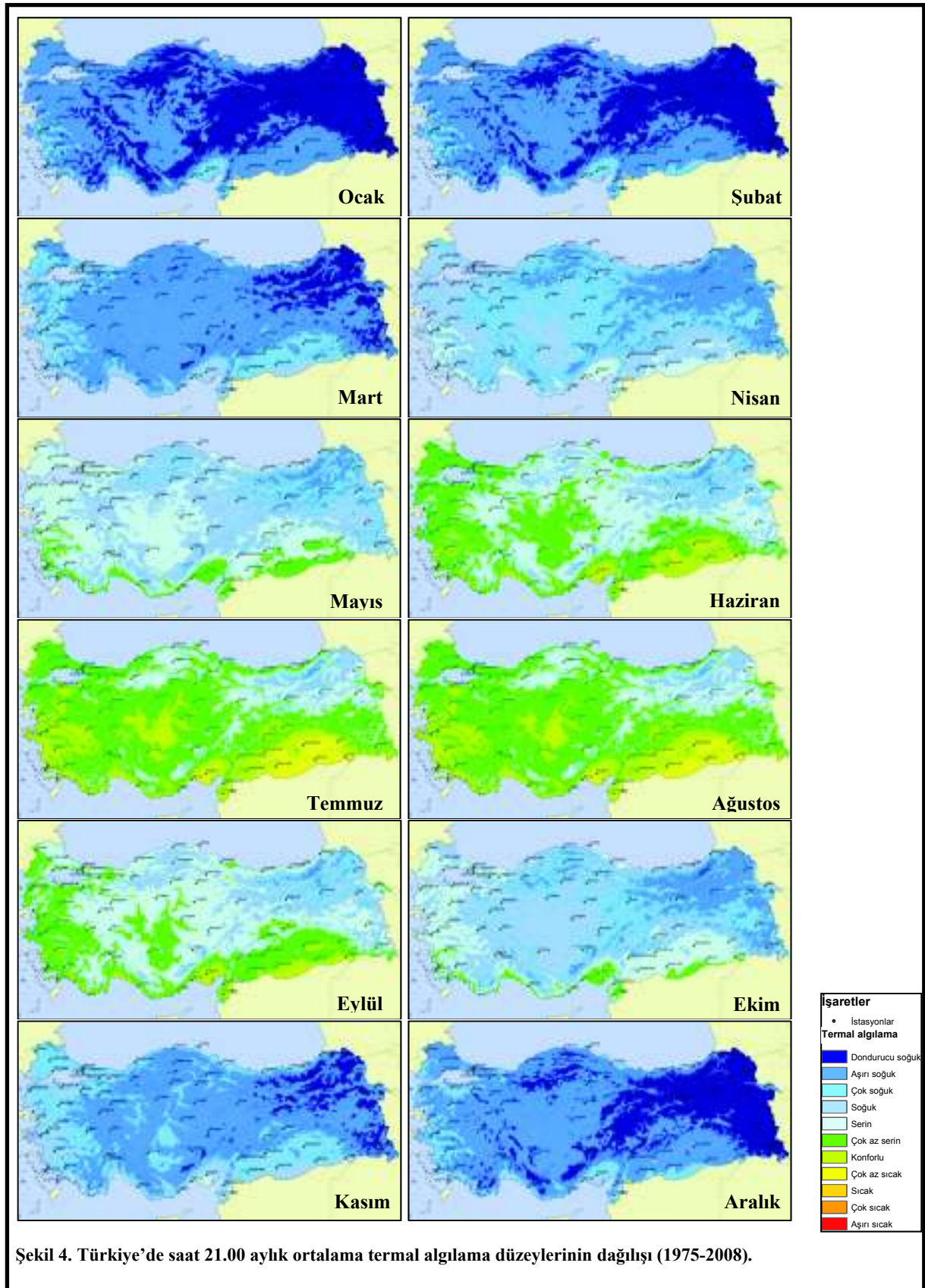
Kasım saat 14.00 termal konfor koşullarına göre hesaplanan en düşük değer -15,2°C, en yüksek değer 19,81°C, ortalama 7,64°C'dir. Bu haliyle kasım saat 14.00 FES değerleri ekim 14.00'ten 9,6°C daha düşük, saat 07.00 FES değerlerinden ise 11,15°C daha yüksektir. Soğuk, çok soğuk, aşırı soğuk ve dondurucu soğuk termal algılamalar Türkiye'nin kuzeyi ve doğusunda, serin termal algılamalar batıda ve kara içi alçak alanlarda, çok az serin ve konforlu termal algılamalar ise güneydoğuda, Akdeniz ve Ege kıyılarında görülmektedir (Şekil 3).

3.3. Saat 21.00 ortalamalarına göre biyoklimatik koşullar

Aralık saat 21.00'de en düşük FES değeri -34,85°C, en yüksek 5,37°C, Türkiye ortalaması ise -7,03°C'dir. Akşam saatlerinde sabah saatlerinden 1,43°C daha yüksek FES değerleri olmasına rağmen, öğleden sonra saatlerinden 7,44°C daha düşük ortalamalar görülür. Türkiye'nin güney, güneybatı ve batı kıyılarında çok soğuk, kuzey kıyıları ve kara içlerinde aşırı soğuklar, yüksek dağlık alanlar ve yüksek plato sahalarında ise dondurucu soğuklar dikkati çekmektedir (Şekil 4).

Ocakta saat 21.00'de en düşük termal algılama değeri -39,75°C, en yüksek 4,17°C ve ortalama değer -9,48°C'dir. Bu haliyle sabah saatlerinden ortalama 1,61°C daha yüksek olan FES değerleri, öğleden sonra ortaya çıkan FES değerinden 7,89°C daha düşüktür. Aralık akşam saatleriyle kıyaslandığında ise ocak 21.00 FES'leri ortalama 2,45°C daha soğuk algılanmaktadır. Ocak saat 21.00'de en yüksek FES değerleri Akdeniz kıyısında görülmektedir. Ege ve Akdeniz kıyıları boyunca kısıtlı alanlarda çok az sıcak termal algılamalar ortaya çıkmaktadır. Anadolu'nun kuzeyi, batısı, güneydoğusu ve iç kesimlerinde 1000-1100 m'ye kadar olan alanlar ve Trakya'nın tamamında aşırı soğuklar bulunmaktadır. Yüksek dağlık alanlar ve Anadolu'nun doğusu, kuzeydoğusunda ise ovalar dışında kalan alanlarda dondurucu soğuklar hâkimdir (Şekil 4).

Şubat saat 21.00 biyoklimatik koşullarına göre soğuk algılamaları ciddi streslere yol açmaktadır. Yapılan hesaplamalar sonucu elde edilen en düşük değer -36,71°C, en yüksek değer 4,81°C, Türkiye ortalaması -8,29°C'dir. Şubat 14.00 termal koşullarından ortalama 10,64°C daha soğuk olan akşam saatleri, saat 07.00 konfor algılamalarından 1,66°C daha yüksektir. Ocak saat 21.00



değerleriyle kıyaslandığında, şubat akşamlarının $1,19^{\circ}\text{C}$ daha sıcak hissedildiği görülmektedir. En olumlu koşullar Ege ve Akdeniz'deki denizel alanlarda ortaya çıkmaktadır. Bu alanları çevreleyen bir kuşak boyunca çok soğuk termal algılamalar izlenmektedir. Türkiye'nin doğusu, kuzeydoğusu ve yüksek dağlık alanları dışında kalan geniş alanlarında aşırı soğuklar hâkimdir. Dondurucu soğuklar Anadolu'nun doğu yarısında ve 1300 m 'den yüksek kesimlerinde oluşmaktadır (Şekil 4).

Mart akşam saatleri için Türkiye'de hesap edilen en düşük değer $-26,11^{\circ}\text{C}$, en yüksek değer $7,6^{\circ}\text{C}$ ve ortalama değer ise $-3,5^{\circ}\text{C}$ 'dir. Mart ayı saat 21.00 değerleri, şubata göre ortalama $4,79^{\circ}\text{C}$ daha yüksektir. Akşam saatlerindeki FES'ler sabah saatlerinden $0,36^{\circ}\text{C}$ daha yüksek, öğle saatlerinden $9,97^{\circ}\text{C}$ daha düşüktür. En yüksek FES değerleri Türkiye'nin güney ve güneybatısındaki alçak alanlarda ince bir hat boyunca kendini göstermektedir. Mart akşamlarında Türkiye'nin neredeyse tamamında çok soğuk ve aşırı soğuk termal algılamalar bulunurken, güneyde 3000 m 'den yüksek kesimler ve Anadolu'nun kuzeydoğusunda dondurucu soğuklar hâkimdir (Şekil 3).

Nisan akşamları sabahlarından $2,56^{\circ}\text{C}$, öğleden sonralarından $10,84^{\circ}\text{C}$ daha soğuk algılanmaktadır. Nisan ve mart ayları akşam saatleri kıyaslandığında, nisan değerlerinin $6,14^{\circ}\text{C}$ daha yüksek olduğu görülmektedir. Saat 21.00'de en düşük FES değeri $-14,15^{\circ}\text{C}$, en yüksek değer $11,17^{\circ}\text{C}$ ve ortalama ise $2,64^{\circ}\text{C}$ 'dir. Nisan akşamlarında serin termal algılamalar Diyarbakır Havzası, Atatürk Baraj Gölü çevresi, Şanlıurfa-Cizre hattı güneyinde, Akdeniz ve Ege kıyılarının uygun topografya koşullarına sahip alanlarında bulunmaktadır. Anadolu'nun güneydoğusunda, güneyinde, batısında, iç kesimlerinde ve Karadeniz kıyılarında soğuk termal algılamalar hâkimdir. Anadolu'nun güneyi ve kuzeyinde uzanan dağların etekleri ve iç kesimlerinde çok soğuklar egemendir. Yüksek kuzeydoğu ve doğuda aşırı soğuklar gözlenmektedir. Dondurucu soğuklar ise Büyük Ağrı Zirvesi, Doğu Karadeniz ve Karçal Dağları zirvelerinde ortaya çıkmaktadır (Şekil 4).

Mayıs ayı akşam saatlerinde FES değerleri öğleden sonra saatlerinden $12,39^{\circ}\text{C}$, sabah saatlerinden $4,62^{\circ}\text{C}$ daha düşüktür. Nisan akşam saatlerinden ise $4,77^{\circ}\text{C}$ daha yüksektir. Saat 21.00'deki biyoklimatik koşullar, Türkiye'nin geniş alanlarında soğuk stresinin hafiflemesine rağmen varlığını koruduğunu göstermektedir. En düşük FES değeri $-9,88^{\circ}\text{C}$, en yüksek FES değeri $16,32^{\circ}\text{C}$, ortalama $16,32^{\circ}\text{C}$ 'dir. Güneyde alçak karasal ve denizel alanlarda çok az serin termal algılamalar bulunurken, batı, kuzey kıyılarında ve iç kesimlerin yükseltisi az olan bölümlerinde ise serin termal algılamalar hâkimdir. Bu kuşağın hemen üzerinde bulunan yükseltilerde ve Anadolu'nun doğusunda soğuk ve çok soğuk termal algılamalar kendilerini göstermektedir. Küre, Koroğlu dağları, Orta Toroslar yanı sıra kuzeydoğudaki yüksek alanlarda da aşırı soğuklar hâkimdir (Şekil 4).

Haziran saat 21.00 biyoklimatik koşullarının analizi sonucunda Türkiye'de elde edilen en düşük değer $-8,85^{\circ}\text{C}$, en yüksek değer $24,51^{\circ}\text{C}$ ve ortalama değer $11,74^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu değerlere göre akşam saatlerinin FES'leri sabah saatlerinden $6,03^{\circ}\text{C}$, öğle saatlerinden $14,58^{\circ}\text{C}$ daha düşüktür. Mayıs saat 21.00 termal algılama düzeyleri ile kıyaslandığında, haziran FES değerleri $4,33^{\circ}\text{C}$ daha yüksektir. Haziran akşam saatlerinde en düşük FES değerlerinin yüksek dağlık alanlarda ve Anadolu'nun kuzeydoğusunda ortaya çıktığı gözlenmektedir. Türkiye'nin %74'ünde serin ve çok az serin koşullar hâkimdir. Güneyde Toros Silsilesinden Karadeniz'e kadar yurdun genelinde bu iki termal algılama hâkimdir. Anadolu'nun güney kıyıları ve Güneydoğu Toroslar'ın güneyindeki alanlarda konforlu, Cizre-Ceylanpınar arasında uzanan dar bir kuşak boyunca ise çok az sıcak termal koşullar ortaya çıkmaktadır (Şekil 4).

Temmuz saat 21.00 FES değerleri sabahkilerden $4,93^{\circ}\text{C}$, öğleden sonradakilerden $16,59^{\circ}\text{C}$ daha düşüktür. Akşam saatlerinde ortaya çıkan en düşük FES $-6,07^{\circ}\text{C}$, en yüksek FES $30,16^{\circ}\text{C}$, ortalama FES ise $15,42^{\circ}\text{C}$ 'dir. Bu zaman diliminde, kuzeyde Samanlı Dağlarından başlayarak, Karçal Dağları'na kadar devam eden, Güney'de bütün Toros Silsilesini izleyen hat boyunca soğuk stresinin hâkim olduğu biyoklimatik koşullar ortaya çıkmaktadır. Öğle saatlerinde konforlu termal algılamaların ortaya çıktığı bu alanlarda, akşam saatlerinde FES'lerdeki düşüşe bağlı olarak soğuk algılamalar baskın hale gelmektedir. Türkiye'nin yarısına yakın bir alanda çok az serin termal algılamalar gözlenmektedir. Trakya'nın büyük bir bölümünde, Anadolu'nun kuzeyi, doğusu ve iç kesiminde $800-$

1200 m yükseltisi olan alanlarda gözlenmektedir. Konforlu termal algılamalar Ege Akdeniz kıyıları ve Güneydoğu Anadolu’nun yüksek kesimlerinde, çok az sıcak ve sıcak termal algılamalar ise güney, güneybatı sahillerinde ve kara içlerine doğru alçak alanlarda ortaya çıkmaktadır (Şekil 4).

Ağustos akşam saatlerindeki termal algılamalar sabah saatlerinden 3,59°C, öğleden sonra saatlerinden ise 17,13°C daha düşüktür. Ağustos saat 21.00 ve temmuz 21.00 biyoklimatik koşulları karşılaştırıldığında ağustosun 0,05°C daha soğuk ortalamalara sahip olduğu görülmektedir. Saat 21.00’deki en düşük değer -4,78°C, en yüksek değer 28,36°C ve ortalama değer 15,37°C’dir. Kuzey ve güneydeki kıvrım dağları ile kara içlerindeki volkanik dağlarda çeşitli seviyelerde soğuk stresi oluşmaktadır. Türkiye’nin kuzey kıyıları ve iç kesimlerinde 800-1200 m’ler arasında kalan alanlar ve kuzeybatısında çok az serin termal algılamalar hâkimdir. Kara içi alçak alanlar ve Ege-Akdeniz kıyılarında ise konforlu koşullar kendini göstermektedir. Türkiye’nin en güneyindeki karasal alçak alanlar ve ovaların iç kısımları ise sıcak termal algılamalarla karakterize olur (Şekil 4).

Eylül 21.00’deki düşük FES değerleri akşam saatlerinde ciddi soğuk stresine yol açmaktadır. Eylül akşamlarında en düşük değer -8,43°C, en yüksek değer 22,46°C, Türkiye ortalaması 10,89°C’dir. FES değerleri ağustosa göre 4,48°C, sabah saatlerine göre 1,9°C, öğle saatlerine göre ise 15,5°C daha düşüktür. Konforlu termal algılamalar, Türkiye’nin güneyi ve güneybatısında yükseltisi az olan dar bir alan boyunca uzanmaktadır. Genel olarak batıdan doğuya doğru serin termal algılamalar görülmektedir. Ciddi soğuk stresi sadece kıvrım dağları ve volkan konilerinin yüksek kesimlerinde oluşmaktadır (Şekil 4).

Ekim saat 21.00’de ortaya çıkan en düşük değer -16,62°C, en yüksek değer 15,23°C ve ortalama değer 4,86°C’dir. Ekim ayı akşam termal algılamaları saat 07.00 FES değerlerinden ortalama 0,05°C yüksek iken, saat 14.00 FES’lerinden 12,38°C daha düşüktür. En düşük FES değerleri Karçal, Kaçkar ve Ağrı dağlarında ortaya çıkmaktadır. Ekim, genel olarak soğuk stresinin hâkim olduğu bir aydır. Türkiye’nin tamamında soğuk stresinin çeşitli seviyeleri görülür. Serin ve çok az serin termal algılamalardan oluşan nispeten yüksek FES değerleri, Güneydoğu, Güney ve Güneybatı Anadolu’da dağılışı gösterir (Şekil 4).

Kasımdaki FES değerleri en düşük -26,04°C, en yüksek 9,04°C, ortalama -1,97°C’dir. Sabah saatlerinden 1,54°C daha yüksek, öğle saatlerinden 9,61°C daha düşüktür. 07.00 biyoklimatik koşullarına benzer bir şekilde, dağlık alanlarda dondurucu soğuklar, sahillerde soğuk ve çok soğuklar, bunlar dışında kalan geniş alanlarda ise aşırı soğuk termal algılamalar gözlenmektedir (Şekil 4).

4. Sonuçlar

Saat 07.00 ortalamalarına göre, bütün soğuk dönem boyunca (ekim-nisan) Türkiye’nin tamamında 13°C’den düşük FES değerleri hâkimdir. Mayıs ve eylül aylarında Anadolu’nun güneyi boyunca konforlu (18°C<FES<23°C) termal algılamalar sınırlı alanda, çok az serin termal (13°C<FES<18°C) algılamalar kara içlerindeki alçak alanlarda ortaya çıkmaktadır. Sabah saatleri dikkate alındığında, en uygun biyoklimatik koşullar haziran, temmuz ve ağustos aylarında oluşmaktadır. Yaz ayları sabah saatlerinde Güneydoğu Anadolu Bölgesi’nin güneyinde sıcak termal algılamalar ortaya çıksa da, 1500-2000 m’ye kadar yükseltisi olan alanlarda çok az sıcak (23°C<FES<29°C), konforlu ve çok az serin termal algılamalar görülmektedir.

Saat 14.00 FES değerlerinin alansal dağılışına göre, kış aylarında (aralık, ocak ve şubat) Türkiye’nin tamamında soğuk baskısı hâkimdir. Mart, soğuk baskısının kış aylarına göre azaldığı, Anadolu’nun güneyi ve Ege kıyıları boyunca çok az serin (13°C<FES<18°C) termal algılamaların ortaya çıktığı aydır. Nisanda Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve Akdeniz-Ege kıyıları boyunca konforlu (18°C<FES<23°C), iç kesimlerde çok az serin termal algılamalar görülmektedir. Mayısta konforlu koşulların görüldüğü alanlar genişlemektedir. Güneyde çok az sıcak (23°C<FES<29°C), 1000-2000 m’ler arasında ise çok az serin termal algılamalar ortaya çıkmaktadır. Haziran, saat 14.00 ortalamaları bakımından termal stressiz alanların geniş yer kapladığı bir aydır. Bu ayda sıcak stresinin çeşitli derecelerinin görüldüğü Güneydoğu Anadolu, kıyı bölgeleri ve kara içlerinde 500-1000 m’ye kadar

yükseltisi olan alanlar hariç biyoklimatik koşullar insan faaliyetleri açısından uygun ortamlar oluşturmaktadır. 3000 m'den yüksek dağlarda ise haziran saat 14.00'te bile serin koşullar görülmektedir. Yaz mevsiminin iki sıcak ayı temmuz ve ağustosta, termal konfor açısından uygun alanlar, Anadolu'nun kuzeydoğusu ve 2500 m'den daha yüksek alanlarda ortaya çıkmakta, bu alanlar dışında, sıcak stresi hâkim olmaktadır.

Saat 21.00'de FES değerleri, saat 07.00'de olduğu gibi kasım, aralık, ocak, şubat, mart ve nisan aylarında 13°C 'nin altında kalmaktadır. Mayıs ve ekim ayında Türkiye'nin büyük bir bölümü soğuk stresinin çeşitli dereceleriyle mücadele ederken Türkiye'nin güneyi ve Ege kıyılarında 200 m'ye kadar olan alanlarda çok az serin ($13^{\circ}\text{C}<\text{FES}<18^{\circ}\text{C}$) termal algılamalar dikkati çekmektedir. Haziran ve eylülde Güneydoğu Anadolu Bölgesinin güneyi ve Akdeniz-Ege kıyıları boyunca konforlu ($18^{\circ}\text{C}<\text{FES}<23^{\circ}\text{C}$) termal algılamalar oluşurken, kara içlerinde ve Marmara Bölgesinde çok az serin termal algılamalar görülmektedir. Temmuz ve ağustos saat 21.00 FES değerleri bakımından biyoklimatik koşulların en uygun olduğu aylardır. Çok az sıcak ($23^{\circ}\text{C}<\text{FES}<29^{\circ}\text{C}$) ve konforlu termal algılamalar Güneydoğu Anadolu Bölgesi ve kıyılarda, çok az serin termal algılamalar kara içlerinde yükseltinin 1000-1500 m'ye kadar çıktığı kesimlerde izlenmektedir. Yüksek plato ve dağlarda, soğuk stresinin çeşitli dereceleri en sıcak ayların akşamlarında bile görülebilmektedir.

FES değerleri ile enlem, yükselti ve denizellik arasında ters bir orantı bulunmaktadır. Enlem, yükselti ve denizellik arttıkça FES değerleri düşmektedir. Bu üç etkinin gün ve yıl içinde şiddetinin değişmesi Türkiye'nin biyoklimatik koşullarını çeşitlendirmektedir. Bu üç etkinin bileşimini somutlaştırmak için uç örneklerin verilmesinde yarar vardır. Gerek gün (07.00 ve 21.00) gerekse yıl içinde (ekim-nisan arası) solar radyasyonun azaldığı sürede, en yüksek FES değerleri Akdeniz kıyısında ortaya çıkmaktadır. En düşük değerler ise Büyük Ağrı Dağı zirvesinde yoğunlaşmaktadır. Bunun tersine hem gün (saat 14.00) hem de yıl içinde (mayıs-eylül arası) solar radyasyonun arttığı zamanlarda en yüksek FES değerleri Güneydoğu Anadolu ve Doğu Anadolu bölgelerinin güneyinde yer alan alçak karasal alanlarda, en düşük FES değerleri ise daha kuzeyde ve atmosferindeki nem oranının daha yüksek olduğu Kaçkar Dağları'nın zirvelerinde görülmektedir.

FES değerleri ile iklime bağlı olarak gelişen diğer coğrafi özellikler arasında önemli bir ilişkinin bulunduğu gözlenmektedir. Çevrelerine göre daha olumlu termal konfor koşullarına sahip kıyı ovaları ve alçak alanların genellikle yerleşme açısından da tercih edildiği gözlenmektedir. Yerleşme ve nüfus yoğunluğunu belirleyen pek çok farklı doğal, beşeri faktör bulunmasına rağmen, biyoklimatik koşulları da önemli payı olduğu anlaşılmaktadır. Türkiye'de nüfusun dağılışı ile FES değerleri arasında güçlü bir nedensellik ilişkisinin varlığından bahsetmek mümkündür. Isı stresinin daha yaygın olarak gözlemlendiği alanlar yerine, kışın soğuk stresinin, yazın ise sıcak stresin daha az olduğu kıyı bölgeleri ve ovaların tercih edildiği gözlenmektedir. Bunların yanı sıra nispeten daha olumsuz FES değerlerine sahip olan Türkiye'nin doğusu, kuzeydoğusu ve güneydoğusu yerine, batısı güneybatısı ve kuzeybatısı daha fazla nüfusa sahiptir. Bu durumun oluşmasında diğer bütün nedenlerin yanında biyoklimatik koşulların da payı bulunmaktadır.

İklim konusunda önemli göstergelerden bir diğeri buzullardır. Türkiye'nin güncel buzul alanlarının genellikle 2900-3000 m'den daha yüksek uygun bakı ve topoğrafya koşullarına sahip dağlık sahalar olduğu gözlenmektedir. Güncel buzul oluşumunun devam edebilmesi için akümülyasyon oranının ablasyon oranından daha yüksek olması gerekmektedir. Bunun temel koşulu, kışın düşen karın, yaz sıcaklarından korunarak ertesi yıla devretmesidir. FES değerlerinin özellikle yaz aylarında en düşük seyrettiği alanların da bu alanlar olduğu gözlenmektedir. Türkiye'nin ortalama FES değerleri haritasında soğuk stresinin baskın olduğu alanlar ile güncel buzul alanlarının neredeyse birebir örtüştüğü gözlenmektedir. Nitel bir bulgu olan bu durumun nicel araştırmalarla desteklenmesi önemli sonuçlar ortaya çıkarabilecektir.

İklimin bir diğer göstergesi doğal bitki örtüsüdür. İnsan biyoklimatolojisi ile bitki biyoklimatolojisi çok farklı olmasına rağmen Türkiye'nin FES değerleri ile doğal bitki örtüsü dağılımı arasında da önemli benzerlikler bulunduğu gözlenmektedir. Özellikle karasallık ve bitki örtüsü

arasındaki ilişkinin bir benzerinin FES değerlerinde görmek olasıdır. Sıcak dönemde karasal alanların çok daha yüksek FES değerlerine sahip olması, orman üst sınırının karasal alanlarda daha yüksek olmasıyla birebir örtüşmektedir. Bunun yanı sıra FES değerleri, tıpkı doğal bitki örtüsü türlerinde olduğu gibi, kısa mesafelerde farklılaşmaktadır. Türkiye’nin insan ve bitki biyoklimatolojisinin analitik bir tarzda ve nicel veriler kullanılarak incelenmesi somut karşılaştırmayı olanaklı kılacaktır.

Referanslar

- Akman, Y. (1990) *İklim ve Biyoiklim: Biyoiklim Metotları ve Türkiye İklimleri*, Palme Yayın Dağıtım, Ankara.
- ASHRAE (American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers) 55-2004 ASHRAE Standard 55-2004-Thermal Environmental Conditions for Human Occupancy.
- Driscoll, D.M. (1992) “Thermal Comfort Indexes. Current Uses and Abuses”, *Nat. Weather Digest*, 17, 33-38.
- Epstein, Y.; Moran, D. S. (2006) “Thermal Comfort and the Heat Stress Indices”, *Industrial Health*, 44, 388-398.
- Gagge, A. P.; Stolwijk, J. A. J.; Nishi, Y. (1971) “An Effective Temperature Scale Based on a Simple Model Of Human Physiological Regulatory Response”, *ASHRAE Transactions*, 77, 247-257.
- Gates, D., M., (1963) “The energy environment in which we live”, *American Scientist*, 51, 327-348.
- Höppe, P. (1999) “The Physiological Equivalent Temperature-A Universal Index For The Biometeorological Assessment Of The Thermal Environment”, *International Journal of Biometeorology*, 43, 71-75.
- ISO (International Organization for Standardization) 7726 (2002) Ergonomics of the thermal environment - Instruments for measuring physical quantities.
- Landsberg, H. E. (1972) *The Assessment of Human Bioclimate, a Limited Review of Physical Parameters*. World Meteorological Organization, Technical Note No. 123, WMO-No. 331, Geneva.
- Maarouf, A. R.; Munn R.E., (2005) “Bioclimatology”, In Oliver, E. J. (ed), *Encyclopedia of World Climatology*, Springer, Dordrecht, 158-165.
- Matzarakis, A.; Mayer, H. (1996) “Another Kind of Environmental Stress: Thermal Stress”. *WHO News*, 18, 7-10.
- Matzarakis A.; Mayer, H.; Iziomon M. G. (1999) “Applications of A Universal Thermal Index: Physiological Equivalent Temperature”, *International Journal of Biometeorology*, 43, 76-84.
- Parsons, K. C. (2003) *Human Thermal Environments: The Effects Of Hot, Moderate, And Cold Environments On Human Health, Comfort And Performance*. Taylor & Francis, London, New York.
- VDI. (1998) *Environmental Meteorology, Methods for The Human Biometeorological Evaluation Of Climate And Air Quality For The Urban And Regional Planning At Regional Level. Part I: Climate*, Beuth, Berlin.