

## Türkiye’de Buzul İkliminin Görüldüğü Alanlar: Türkiye’de Güncel Buzul Var Mı?

*Polar frozen climate areas of Turkey: are there any actual glaciers in Turkey*

**Onur Çalışkan <sup>\*1</sup>, Aylin Çalışkan<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Ankara Üniversitesi, Eğitim Bilimleri Fakültesi, Türkçe ve Sosyal Bilimler Eğitimi Bölümü, Ankara

<sup>2</sup>Bilkent Laboratory and International School, Elementary School, Ankara

**Öz:** Doğu Karadeniz Dağları, Toros Dağları ve yüksek volkan konileri üzerinde yaklaşık 30 km<sup>2</sup> civarında buzul buzulu bulunduğu tahmin edilmektedir. Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları gibi uzaktan algılama yöntemleriyle varlıkları tartışmasız ortaya konulan buz kütlelerinin, güncel buzul olup olmadığı önemli bir sorudur. Genellikle 2800-3000 m’den daha yüksek, kuzey, kuzeydoğu bakıya sahip yüksek duvarlarla çevrili sirk alanlarında bulunan buzullarda buzullaşmanın devam ettiğine dair bir bulgu ortaya koyan araştırma bulunmamaktadır. Gerçekleştirilen çalışmalarda buzulların gerileme içerisinde oldukları belirtilmektedir. Buzullaşmanın bittiği, sirk duvarları içinde birer kar beneği gibi varlığını korumaya çalışan buzulların güncel olduklarından bahsetmek zordur. Bu çalışmada buzullaşmayı destekleyen iklim koşullarının Türkiye yüksek dağlık alanlarında bulunup bulunmadığı araştırılmıştır. Buzullaşmanın gerçekleşmesi için iki faktör gerekmektedir. Birincisi kar yağışıdır. İkinci düşen kar yağışının kalıcı hale gelmesidir. Bu koşullardan her hangi biri eksik olduğunda buzullaşmanın gerçekleşmesi olası değildir. Örneğin Antarktika’da katabatik rüzgârlar tarafından süpürülen kar buzullaşmayı engellemektedir. Türkiye dağlarında ise buzullaşma önünde en önemli engel yaz sıcaklıklarıdır. Buzullaşma için yaz mevsimi boyunca aylık ortalama sıcaklıkların sıfır santigrat derecenin üzerinde olması beklenmektedir. Bu çalışmada iki farklı yöntem kullanılarak yaz sıcaklıklarının buzullaşmayı destekleyip desteklemediği hesaplanmıştır. Bunlardan ilki meteoroloji istasyonlarından elde edilen 1950-2015 yılları arasında kapsayan, gürültülü çok değişkenli verilerinin enterpolasyonudur. Bu amaç için ANUSPLIN yazılımı kullanılmıştır. ANUSPLIN gürültülü çok değişkenli verileri ince plaka düzleştirici eğriler kullanarak enterpole eden yazılımlardan biridir. Bağımsız değişkenler olarak enlem, boylam, yükselti ve arazi kullanım değerleri alınmıştır. İkinci olarak 2016 yaz aylarında arazide kaydedilen sıcaklık değerlerinin çoklu çizgisel regresyonu aracılığıyla enterpolasyonu gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmanın bağımsız değişkenleri de enlem, denizden uzaklık, yükselti ve arazi kullanımıdır. Her iki yöntemle de yaz ayları sıcaklık haritaları oluşturulmuştur. Oluşturulan her iki haritada da yaz sıcaklıklarının sıfır santigrat derecenin üzerinde olduğu hesaplanmıştır. Bu durum Türkiye’de bulunan buzulların tamamının geçmiş iklim koşullarından kalıt ve/veya yerel fizyografik koşulların bir sonucu olarak varlıklarını koruyabildiklerini ortaya koymaktadır.

**Anahtar Kelimeler:** Güncel buzul, ANUSPLIN, gürültülü çok değişkenli enterpolasyon, çoklu çizgisel regresyon, buzullaşma iklimi.

**Abstract:** In Turkey, Eastern Black Sea Mountains, Taurus Mountains and high volcanic cones are estimated to contain about 30 km<sup>2</sup> of glacial ice. Whether or not the ice masses, whose presence is unquestionably discovered by remote sensing methods such as satellite images and aerial photographs, is an actual glacier is an important question. There are no studies showing that glaciers continue to glaciation in cirques surrounded by high walls, which are generally higher than 2800-3000 m, with northern and northeastern aspects. It is stated that the glaciers are in decline in the studies carried out. It is difficult to talk about the glaciers that are trying to preserve their existence, such as the snow packs in the cirque walls, where the glaciation is terminated. In this study, it is researched whether or not climatic conditions

\* İletişim yazarı: Onur Çalışkan, eposta: ocaliskan@ankara.edu.tr

supporting glaciers are located in high mountainous areas of Turkey. Two factors are required for glaciation to take place. The first one is snow. Secondly, falling snow should become permanent. It is unlikely that glaciation will occur if any of these conditions are missing. In Antarctica, for example, snow swept by the katabatic winds prevents the formation of glaciers. In the mountains of Turkey, the most important obstacle to the glaciation is the summer temperatures. It is expected that during the summer season the average monthly temperatures will be above zero degrees centigrade for glaciation. In this study, two different methods were used to calculate whether or not summer temperatures support glaciations. These are the interpolation of loud multivariate data, covering the period between 1950 and 2015, which is mainly derived from meteorological stations. ANUSPLIN software noisy multi-variate data using thin plate smoothing splines, through comprehensive statistical analyses, data diagnostics and spatially distributed standard errors. It also supports flexible data input and surface interrogation procedures. Latitude, longitude, altitude and land use values were taken as independent variables. Secondly, in summer of 2016, the temperature values recorded on the ground were interpolated by means of multiple linear regression. The independent variables of this study are latitude, distance from the sea, altitude and land use. In both methods, summer temperature maps were created. It is calculated that summer temperatures are above zero degrees centigrade in both generated maps. This suggests that all of the glaciers in Turkey can continue their existence as a result of inherited and / or local physiographic conditions from past climatic conditions.

**Keywords:** Actual glacier, ANUSPLIN, noisy multi-variable interpolation, multiple linear regression, glacial climate.

## 1. Giriş

İklim sınıflandırmaların tarihi çok eskilere dayansa da günümüzde bilinen anlamıyla kullanılan sınıflandırmaların ilki Köppen tarafından 1900'de yayınlanmıştır (Köppen, 1900). Daha sonrasında farklı bilim insanları tarafından değiştirilen ve günümüzde de en çok kullanılan ve tanınan iklim sınıflandırmalarından biri olan Köppen-Geiger iklim sınıflandırması hesaplamalarına yağış ve sıcaklık ortalamalarını dâhil etmektedir (Çizelge 1) (Kottek vd., 2006; Peel vd., 2007; Rubel ve Kottek, 2010). Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasının yanı sıra yağış ve sıcaklık kayıtlarına bağlı olarak iklim bölgelerini belirlemeyi hedefleyen onlarca farklı sınıflandırma bulunmaktadır (Balling, 1984; Oliver, 2005). Bunlar arasında en yaygın kullanıma sahip olanlardan bir diğeri de Thornthwaite iklim sınıflandırmasıdır (Çiçek, 1996; Feddema, 2005; Grundstein, 2008; Lungu vd., 2011; Elguindi vd., 2014; de Souza Rolim ve Lucas, 2015; Zareie vd., 2016). Thornthwaite Köppen'inkine alternatif bir iklim sınıflandırması yaratırken sıcaklık ve yağış değerlerin daha etkin kullanılacağı formüller geliştirmek üzerine odaklanmıştır. Sıcaklık, yağış parametreleri için kaydedilen ortalamalar ve dönemselliği yanı sıra ısı ve nem koşullarının eğilimine dayanan dizinler geliştirmiştir (Şekil 1).

**Çizelge 1.** Köppen iklim sınıflandırmasında kullanılan sembollerin açıklaması ve sınıflandırma ölçütleri

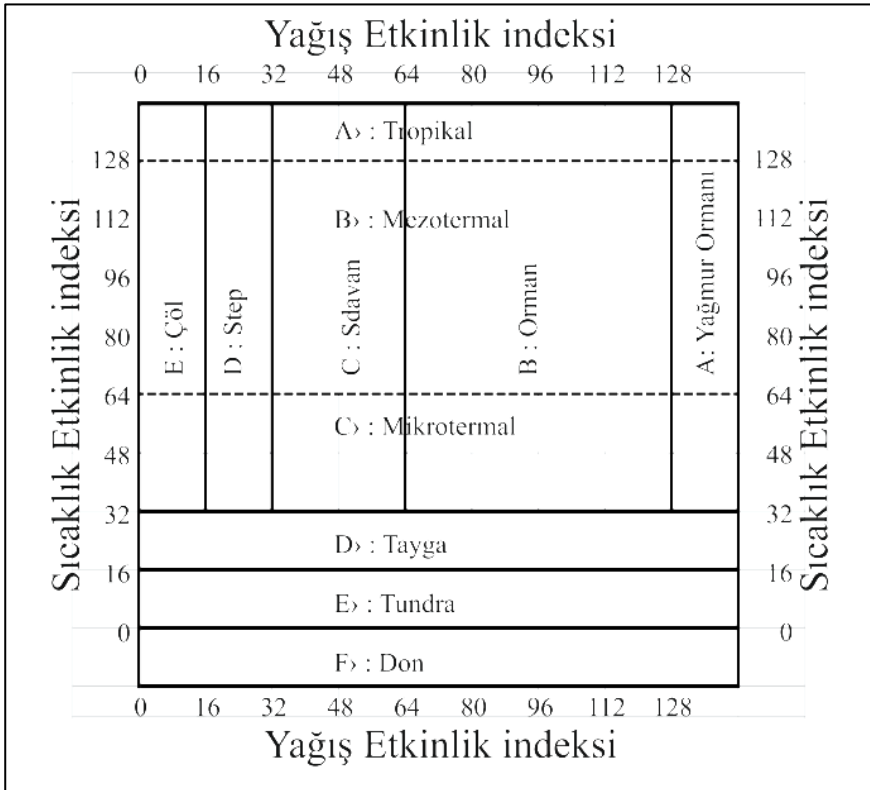
1. Harf	2. Harf	3. Harf	Açıklama	Ölçütler*
A			Tropikal	$T_{soğuk} \geq 18$
	f		- Yağmur ormanı	$P_{kurak} \geq 60$
	m		- Muson	Af değil & $P_{kurak} \geq 100 - YTY/25$
	w		- Savan	Af değil & $P_{kurak} < 100 - YTY/25$
B			Kurak	$YTY < 10 \times P_{eşik}$
	W		- Çöl	$YTY < 5 \times P_{eşik}$
	S		- Step	$YTY \geq 5 \times P_{eşik}$
		h	-Sıcak	$YOS \geq 18$
		k	-Soğuk	$YOS < 18$
C			Ilıman	$T_{sıcak} > 10$ & $0 < T_{soğuk} < 18$
	s		- Kurak Yaz	$P_{skurak} < 40$ & $P_{skurak} < P_{wnemli} / 3$
	w		- Kurak Kış	$P_{wkurak} < P_{snemli} / 10$

TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu  
International Geography Symposium on the 30<sup>th</sup> Anniversary of TUCAUM  
3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara

	f	- Kurak mevsim yok	(Cs) ya da (Cw) değil
	a	- Sıcak Yaz	$T_{sıcak} \geq 22$
	b	- Ilık Yaz	(a) değil & $T_{aos10} \geq 4$
	c	- Soğuk Yaz	(a) ya da (b) değil & $1 \leq T_{aos10} < 4$
D		Soğuk	$T_{sıcak} > 10$ & $T_{soğuk} \leq 0$
	s	- Kurak Yaz	$P_{skurak} < 40$ & $P_{skurak} < P_{wnemli} / 3$
	w	- Kurak Kış	$P_{wkurak} < P_{snemli} / 10$
	f	- Kurak mevsim yok	(Ds) ya da (Dw) değil
	a	- Sıcak Yaz	$T_{sıcak} \geq 22$
	b	- Ilık Yaz	(a) değil & $T_{aos10} \geq 4$
	c	- Soğuk Yaz	(a) (b) ya da (d) değil
	d	- Çok Soğuk Kış	(a) ya da (b) değil & $T_{soğuk} < -38$
E		Kutup	$T_{sıcak} < 10$
	T	- Tundra	$T_{sıcak} > 0$
	F	- Don	$T_{sıcak} \leq 0$

\* YTY: yıllık toplam yağış, YOS: yıllık ortalama sıcaklık,  $T_{sıcak}$ : en sıcak ayın ortalama sıcaklığı,  $T_{soğuk}$ : en soğuk ayın ortalama sıcaklığı,  $T_{aos10}$ : aylık ortalama sıcaklığın 10'dan büyük olduğu ay sayısı,  $P_{kurak}$ : en kurak ayın yağışı,  $P_{skurak}$ : yaz mevsimindeki en kurak ayın yağışı,  $P_{wkurak}$ : kış mevsiminde en kurak ayın yağışı,  $P_{snemli}$ : yaz mevsimindeki en nemli ayın yağışı,  $P_{wnemli}$ : kış mevsimindeki en nemli ayın yağışı,  $P_{eşik}$ : değerler aşağıdaki kurallara göre değişmektedir (eğer YTY'nin %70'i kış mevsiminde düşüyorsa;  $P_{eşik} = 2 \times YOS$ , eğer eğer YTY'nin %70'i yaz mevsiminde düşüyorsa;  $P_{eşik} = 2 \times YOS + 28$ , bunun dışında  $P_{eşik} = 2 \times YOS + 14$ ). Yaz (kış) ekimden marta kadar süren dönem (EKAÖŞM) ile nisan-donmaye kadar olan dönem (NMHTAE) arasında hangisinin daha sıcak (soğuk) olduğuna bakılarak tanımlanmaktadır.

**Kaynak:** Peel vd., 2007: 1636; Çalışkan, 2014: 58



**Şekil 1.** Thornthwaite yağış etkinliği ve termal etkinlik indekslerine göre iklim sınıflandırması (Thornthwaite, 1931: 649).

İklim doğası gereği karmaşık, değişken ve anlaşılması zor süreçlerden biridir. İklim sınıflandırmaları karmaşık olan bu sistemi daha basit hale getirmek, daha kolay anlaşılır kılmak, karmaşayı düzene sokmak için

gerçekleştirilmektedir. İnsanların hava koşulları karşısında kullanabilecekleri hem kuramsal hem de uygulamalı kısaltmalar, kalıplar oluşturmaktadır. İklim sistemin düşey ya da yatay alansal sınırlarının belirlenmesi, yaygın kullanıma uygun şablonların geliştirilmesi geniş kitleler tarafından anlaşılmasını sağlamaktadır. Zaman içindeki değişimlerin ayırt edilmesi için de iklim sınıflandırmaları kullanışlı ve bilimsel kestirmeler sunmaktadır. Kısa mesafelerde, birkaç metre yükselti farkında bile değişkenlik gösterebilen ve yaşamı dolaysız bir şekilde değiştiren sistemin genellenmesi hayatı kolaylaştırmaktadır. Ayrıntılarla boğulmak yerine hava koşullarındaki benzerlik ve farklılıkların vurgulanması, faaliyetlerin planlanması, gerçekleştirilmesi ve değerlendirilmesini basitleştirmektedir.

Doğu Karadeniz Dağları, Toros Dağları ve yüksek volkan konileri üzerinde yaklaşık 30 km<sup>2</sup> civarında buzul buzu bulunduğu tahmin edilmektedir. Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları gibi uzaktan algılama yöntemleriyle varlıkları tartışmasız ortaya konulan buz kütlelerinin, güncel buzul olup olmadığı önemli bir sorudur. Genellikle 2800-3000 m'den daha yüksek, kuzey, kuzeydoğu bakıya sahip yüksek duvarlarla çevrili sirk alanlarında bulunan buzullarda buzullaşmanın devam ettiğine dair bir bulgu ortaya koyan araştırma bulunmamaktadır. Gerçekleştirilen çalışmalarda buzulların gerileme içerisinde oldukları belirtilmektedir. Buzullaşmanın bittiği, sirk duvarları içinde birer kar beneği gibi varlığını korumaya çalışan buzulların güncel olduklarından bahsetmek zordur. Bu çalışmada buzullaşmayı destekleyen iklim koşullarının Türkiye yüksek dağlık alanlarında bulunup bulunmadığı araştırılmıştır. Buzullaşmanın gerçekleşmesi için iki faktör gerekmektedir. Birincisi kar yağışıdır. İkinci düşen kar yağışının kalıcı hale gelmesidir. Bu koşullardan her hangi biri eksik olduğunda buzullaşmanın gerçekleşmesi olası değildir. Örneğin Antarktika'da katabatik rüzgârlar tarafından süpürülen kar buzullaşmayı engellemektedir. Türkiye dağlarında ise buzullaşma önünde en önemli engel yaz sıcaklıklarıdır. Buzullaşma için yaz mevsimi boyunca aylık ortalama sıcaklıkların sıfır santigrat derecenin üzerinde olması beklenmektedir.

Burada buzullaşmayı destekleyen iklim koşullarının bulunduğu iklim tipi Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre kutup dondur (EF). Türkiye'deki buzullaşma sahalarında görülen iklim tipinin belirlenmesi, buzulları destekleyen koşulların oluşup oluşmadığını ortaya koyacaktır. Bu noktada asıl anahtar yaz sıcaklıklarıdır. Soğuk iklimleri iki ayrı sınıfa bölen temel ölçüt yaz sıcaklıklarıdır. Her iki iklim türünde yıllık ortalama sıcaklık 0°C'nin (donma noktasının) altındadır. Kutup tundra (ET) ikliminde maksimum sıcaklıklarının gözlemlendiği ayda sıcaklık ortalaması 0°C'nin üzerinde olabilmektedir. EF'de ise bütün yıl boyunca sıcaklıklar sıfır derecenin altında kalmakta dolayısıyla buzul oluşumunu desteklemektedir. Türkiye'de EF ikliminin görüldüğü alanların belirlenmesi buzullaşma sahalarının da belirlenmesi anlamına gelecektir.

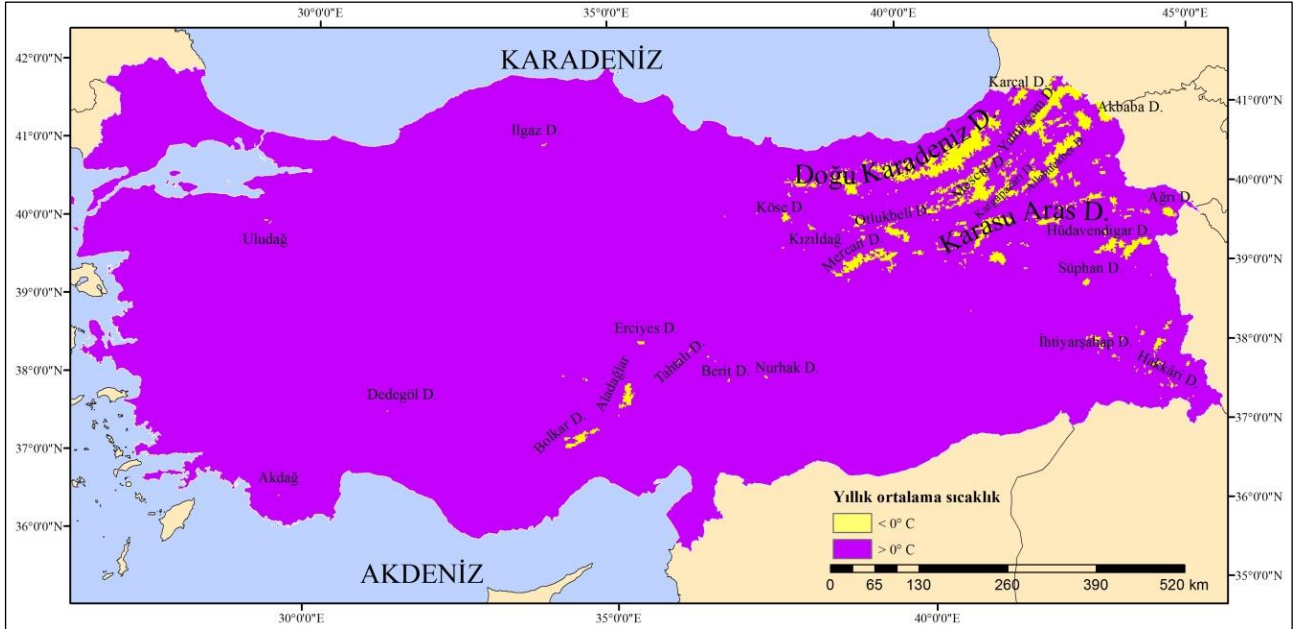
## **2. Materyal ve Yöntem**

Bu çalışmada Türkiye'deki iklim tiplerinin analizi için Fick ve Hijmans (2017) tarafından sağlanan aylık ortalama sıcaklık ve yağış verileri kullanılmıştır. Bu veri setinde meteoroloji istasyonlarından 1970-2000 yılları arasında elde edilen değerler ANUSPLIN yazılımı kullanılarak enterpole edilmiştir. ANUSPLIN gürültülü çok değişkenli verileri ince plaka düzleştirici eğriler kullanarak enterpole eden yazılımlardan biridir. Bağımsız değişkenler olarak enlem, boylam, yükselti ve arazi kullanım değerleri alınmıştır. Fick ve Hijmans (2017) tarafından üretilen sıcaklık ve yağış verileri tüm dünyayı kapsayacak özellikte ve farklı konumsal çözünürlükte seçenekler sunmakta, <http://www.worldclim.org/> internet sitesinden indirilebilmektedir. Çalışmadaki modeller 10, 5, 2,5 dakika ve 30 saniye çözünürlükte üretilmiş, bu çalışmada 30 saniyelik (1 km<sup>2</sup>'lik) veriler kullanılmıştır.

### 3. Bulgular ve Analiz

Türkiye dağlarında buzullaşma önünde en önemli engel yaz sıcaklıklarıdır. Buzullaşma için yaz mevsimi boyunca aylık ortalama sıcaklıkların sıfır santigrat derecenin üzerinde olması beklenmektedir. Doğu Karadeniz Dağları, Güneydoğu Toroslar, yüksek volkan konilerinin büyük bir bölümünde en sıcak ay ortalamalarının  $1^{\circ}$ - $4^{\circ}$ C arasında değiştiğini sonucuna ulaşılmıştır.

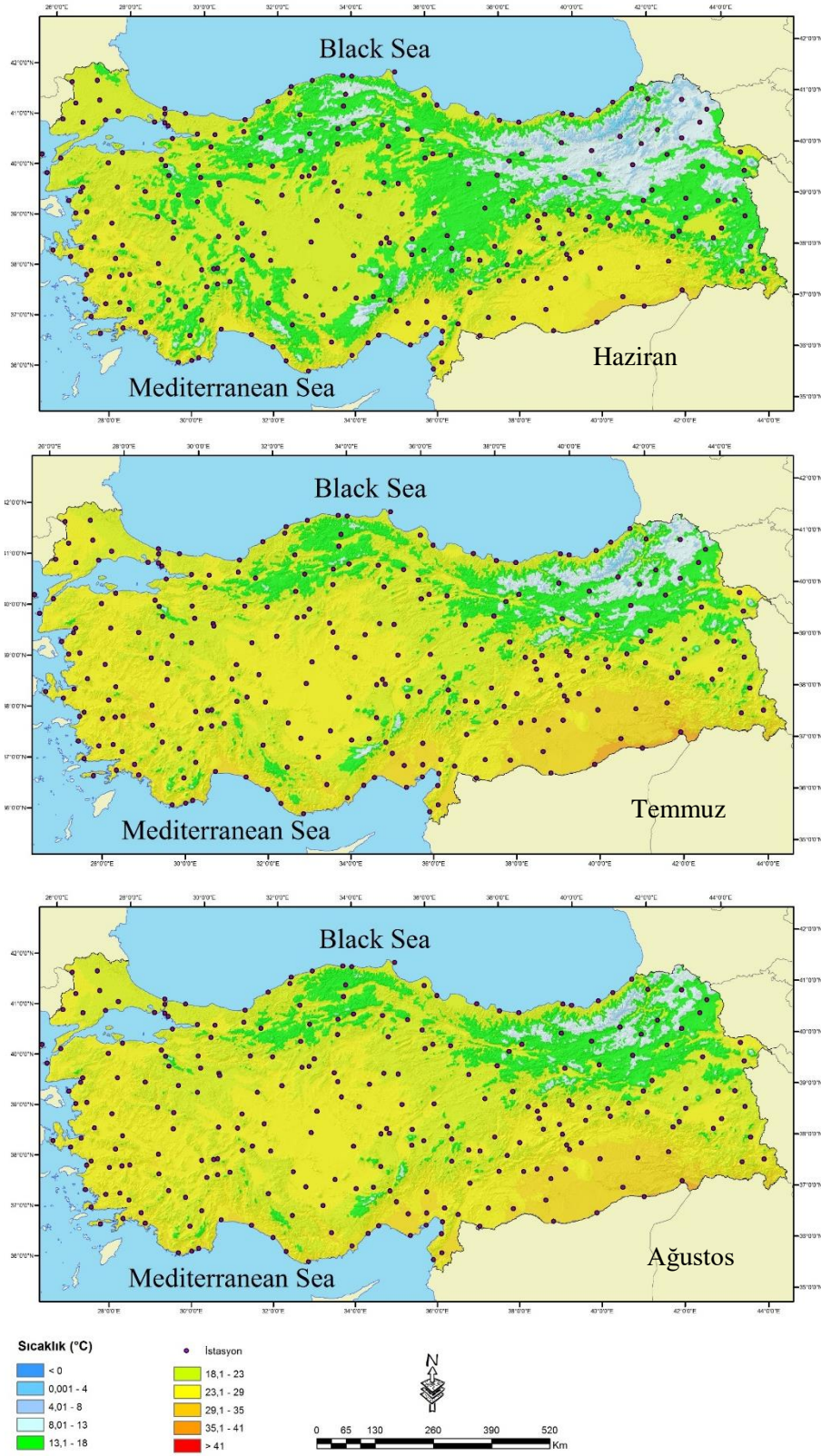
Sıcaklıkların yıllık ortalamalarına bağlı olarak geliştirilen modele göre, Türkiye'nin  $0^{\circ}$ C'den daha düşük YOHS'e sahip alanları genellikle Anadolu'nun kuzeydoğusunda, 2000-2500 m'den daha yükseklerde gözlenmektedir. Bolkar, Aladağlar, Tahtalı Dağları ve Güneydoğu Torosların 2500-3000 m'den yüksek bölümleri yanı sıra yüksek volkan konilerinin (Süphan, Hasan, Melendiz, Erciyes, Ağrı dağları) zirve kısımlarında da  $0^{\circ}$ C'den daha düşük YOHS'lere sahip bölgeler bulunmaktadır. Süreğen donmuş zemin alanları önemli bir göstergesi olan YOHS modeli incelendiğinde Akdağ (Fethiye-Muğla), Dedegöl Dağı, Uludağ ve Köroğlu Dağları'nda da ET tipi bir iklimin bulunma olasılığı dikkat çekicidir (Şekil 2).



Şekil 2. Türkiye'de yıllık ortalama sıcaklıkların  $0^{\circ}$ C'den daha düşük olduğu alanlar (1970-2000).

Yıllık ortalama sıcaklıklar sıfır santigrat dereceden daha düşük olarak hesaplanırken buzul oluşumunu destekleyecek yaz sıcaklıklarının ise Türkiye'nin dağlık alanlarında oluşmadığı gözlenmektedir (Şekil 3). Farklı yöntemler kullanarak benzer sonuçlara ulaşan çalışmalar bulunmaktadır (Yılmaz ve Çiçek, 2016; Öztürk vd., 2017; Yılmaz ve Çiçek, 2018). Bu çalışmaların tamamında da buzullaşma koşullarını yaratan iklim tipi olan EP'nin Türkiye sınırları içinde ortaya çıkmadığı sonucuna ulaşılmıştır. ET ikliminin gözlemlendiği alanlar her ne kadar buzul buzlu varlığını koruyan bir karaktere sahip olsa da yeni buzul oluşumunu desteklememektedir.

TÜCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu  
International Geography Symposium on the 30<sup>th</sup> Anniversary of TUCAUM  
3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara



Şekil 3. Türkiye’de aylık ortalama sıcaklıklar (1970-2000).



#### 4. Sonuç

Türkiye’de yaklaşık 30 km<sup>2</sup> civarında buzul buzu barındıran depo bulunmaktadır. Büyük bir çoğunluğun üzeri döküntü örtüsüyle örtülmüş ve beslenme olmadığı için buzullaşmaya bağlı hareketi durmuştur. Doğu Karadeniz Dağları, Toros Dağları ve yüksek volkan konileri üzerinde 2800-3000 m’den daha yüksek, kuzey, kuzeydoğu bakıya sahip yüksek duvarlarla çevrili sirk alanlarında bulunan buz kütlelerinin ölü buz karakterinde bulunma olasılıkları yüksektir. Uydu görüntüleri ve hava fotoğrafları gibi uzaktan algılama yöntemleriyle gerçekleştirilen çalışmalarda buzulların gerileme içerisinde oldukları belirtilmektedir. Buzullaşmanın bittiği, sirk duvarları içinde birer kar beneği gibi varlığını korumaya çalışan buzulların güncel olduklarından bahsetmek zordur. Yapılan hesaplamalar Türkiye’de bulunan buzulların büyük bir bölümünün geçmiş iklim koşullarından kalıt ve/veya yerel fizyografik koşulların bir sonucu olarak varlıklarını koruyabildiklerini ortaya koymaktadır. 4° C’nin buzullaşma için eşik değeri olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

#### Referanslar

- Balling, R. C. (1984) Classification in Climatology. In G. L. Gaile ve C. J. Willmott (Eds.), *Spatial Statistics and Models*, Springer Netherlands Dordrecht, 81-108.
- Çalışkan, O. (2014) *Permafrost ve Periglasiyal Jeomorfoloji*: Ankara Üniversitesi Yayınevi, Ankara.
- Çiçek, İ. (1996) Thornthwaite Metoduna Göre Türkiye’de İklim Tipleri. *Ankara Üniversitesi, Dil ve Tarih-Coğrafya Fakültesi, Coğrafya Araştırmaları Dergisi*, 12, 33-71.
- de Souza Rolim, G.; Lucas, E. d. O. (2015) Aparecido, Camargo, Köppen and Thornthwaite climate classification systems in defining climatological regions of the state of São Paulo, Brazil. *International Journal of Climatology*.
- Elguindi, N.; Grundstein, A.; Bernardes, S.; Turuncoglu, U.; Feddema, J. (2014) Assessment of CMIP5 global model simulations and climate change projections for the 21 st century using a modified Thornthwaite climate classification. [journal article]. *Climatic Change*, 122, 523-538.
- Feddema, J. J. (2005) A revised Thornthwaite-type global climate classification. *Physical Geography*, 26, 442-466.
- Fick, S. E.; Hijmans, R. J. (2017) WorldClim 2: new 1-km spatial resolution climate surfaces for global land areas. *International Journal of Climatology*, 37, 4302-4315.
- Grundstein, A. (2008) Assessing climate change in the contiguous United States using a modified Thornthwaite climate classification scheme. *The Professional Geographer*, 60, 398-412.
- Kottek, M.; Grieser, J.; Beck, C.; Rudolf, B.; Rubel, F. (2006) World Map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, 15, 259-263.
- Köppen, W. (1900) Versuch einer Klassifikation der Klimate, vorzugsweise nach ihren Beziehungen zur Pflanzenwelt. *Geographische Zeitschrift*, 6, 593-611, 657-679.
- Lungu, M.; Panaitescu, L.; Niță, S. (2011) Aridity, climatic risk phenomenon in Dobruja. *Present environment and sustainable development*, 5, 179-190.
- Oliver, J. E. (2005) Climate classifications. In J. E. Oliver (Ed.), *Encyclopedia of world climatology*, Springer Dordrecht, 272-283.
- Öztürk, M. Z.; Çetinkaya, G.; AYDIN, S. (2017) Köppen-Geiger iklim sınıflandırmasına göre Türkiye’nin iklim tipleri. *Geography*35.
- Peel, M. C.; Finlayson, B. L.; McMahon, T. A. (2007) Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, 11, 1633-1644.
- Rubel, F.; Kottek, M. (2010) Observed and projected climate shifts 1901–2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. *Meteorologische Zeitschrift*, 19, 135-141.
- Thornthwaite, C. W. (1931) The climates of North America: according to a new classification. *Geographical review*, 21, 633-655.
- Yılmaz, E.; Çiçek, İ. (2016) Thornthwaite climate classification of Turkey Türkiye Thornthwaite iklim sınıflandırması. *Journal of Human Sciences*, 13, 3973-3994.

TUCAUM 30. Yıl Uluslararası Coğrafya Sempozyumu  
*International Geography Symposium on the 30<sup>th</sup> Anniversary of TUCAUM*  
3-6 Ekim 2018 /3-6 October 2018, Ankara

- Yılmaz, E.; Çiçek, İ. (2018) Detailed Köppen-Geiger climate regions of Turkey Türkiye'nin detaylandırılmış Köppen-Geiger iklim bölgeleri. *Journal of Human Sciences*, 15, 225-242.
- Zareie, A.; Amin, M. S. R.; Amador-Jiménez, L. E. (2016) Thornthwaite Moisture Index Modeling to Estimate the Implication of Climate Change on Pavement Deterioration. *Journal of Transportation Engineering*04016007.