



## İç Anadolu Bölgesi'nin ekstrem sıcaklık özellikleri

### Extreme temperature characteristics of Central Anatolia Region

Zahide Acar\*<sup>a</sup> 

<sup>a</sup>Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü, Çanakkale.

#### BİLGİ / INFO

Geliş/Received: 25.06.2018  
 Kabul/Accepted: 18.12.2018

**Anahtar Kelimeler:**  
 İç Anadolu Bölgesi  
 Ekstrem sıcaklık  
 Mann-Kendall  
 Trend

**Keywords:**  
 Central Anatolia Region  
 Extreme temperture  
 Mann-Kendall  
 Trend

**\*Sorumlu yazar/Corresponding author:**  
 (Zahide ACAR) zdeniz@comu.edu.tr

DOI: 10.17211/tcd.436198

**Atıf/Citation:**  
 Acar, Z. (2018). İç Anadolu Bölgesi'nin ekstrem sıcaklık özellikleri. *Türk Coğrafya Dergisi* (71), 93-99. DOI:10.17211/tcd.436198

#### ÖZ / ABSTRACT

İç Anadolu Bölgesi, Türkiye'nin coğrafi bölgelerinden biridir. Türkiye'nin iç kesimlerini kapsayan bölgede 13 il yer alır. Çalışma kapsamında bölgenin tüm coğrafyasını temsil edecek şekilde 52 istasyon verisinden yararlanılmıştır. Genel olarak, çalışma alanının hava sıcaklıklarındaki artış eğilimi (özellikle gece sıcaklıkları) dikkat çekicidir. Son zamanlarda daha sık yaşanan sıcak-soğuk hava dalgaları ve şiddetli yaz kuraklıkları sosyo-ekonomik açıdan önemli problemlere neden olacak düzeydedir. Çalışmanın amacı, İç Anadolu Bölgesi'nin yaz ve kış mevsimlerindeki sıcaklıkların alansal ve zamansal dağılım desenlerini anlamak, ekstrem sıcaklık (sıcak ve soğuk) olaylarını belirlemek ve ekstrem olayların bölgesel özelliklerini incelemektir. Çalışma kapsamında verilerin temel istatistikler tanımlanmıştır. Maksimum ve minimum sıcaklık verilerinde herhangi bir önemli değişikliğin olup olmadığına karar vermek için Kruskal-Wallis (K-W) sınaması uygulanmıştır. Verilerdeki değişkenliğin doğası ve büyüklüğünü anlamak için Mann-Kendall (M-K) sıra ilişki katsayısı yöntemi kullanılmıştır. Sıcaklık verilerine uygulanan Kruskal-Wallis test istatistiğine göre özellikle sıcaklıklarda istasyonların çoğunda yaz mevsiminde istatistiksel olarak anlamlı inhomojenlik gözlenmiştir. M-K test istatistiğine göre, sıcaklık ekstremlerinde (yaz günü, tropikal gece, ekstrem sıcak gün, sıcak gün) istatistiksel olarak anlamlı bir artış bulunur.

*Central Anatolia Region is one of seven geographical regions of Turkey. The area covering the internal parts of Turkey, is located in 13 provinces. In the study, 52 station data were used to represent the entire geography of the region. In general, the trend to increasing at the air temperatures (especially at night temperatures) is remarkable. In recent times, hot-cold weather fluctuations and severe summer droughts have been more frequently, are more likely to cause significant socio-economic problems. The aim of the study is to understand the spatial and temporal distribution patterns of the temperatures in the summer and winter of the Central Anatolia Region, to determine extreme temperature (hot and cold) events and to examine the regional characteristics of extreme events. Basic statistics of the temperature data are defined within the scope of the study. The Kruskal-Wallis (K-W) test was performed to determine whether there was any significant change in the maximum and minimum temperature data. The Mann-Kendall (M-K) order correlation coefficient method was used to understand the nature and magnitude of variability in the data. According to the Kruskal-Wallis test statistic, statistically significant inhomogeneity was observed especially in the summers of the stations in most of the temperatures. According to the MK test statistic, there is a statistically significant increase in the temperature extremes (summer day, tropical night, extreme warm day, warm day).*

## 1. Giriş

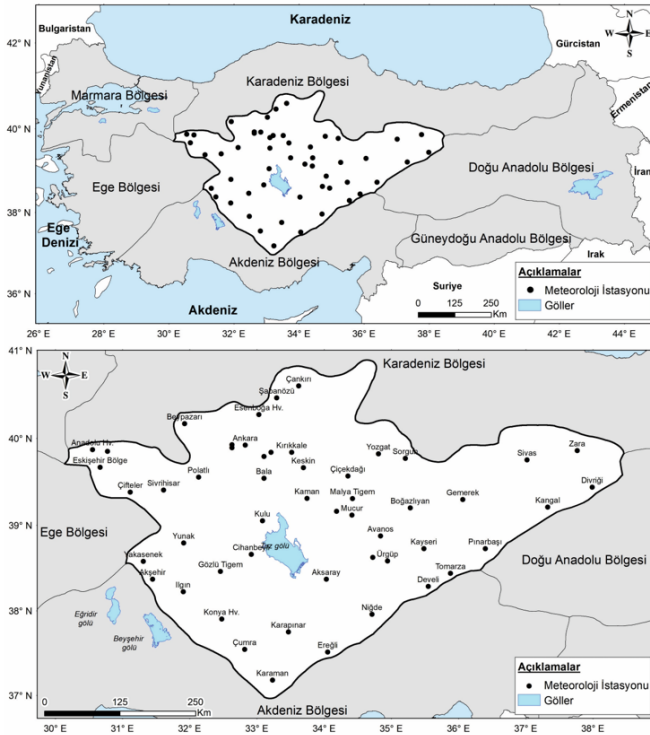
Yerküre iklimi, jeolojik devirler boyunca çeşitli değişimlere uğramıştır. Bu değişimlerin süreleri milyon ile ifade edilen yıllardan bin ile ifade edilen salınımlara kadar değişik ölçeklerde olmuştur. İklimlerdeki bu doğal değişim süreci bugün de devam etmektedir. Ancak bugünü eski çağlardan ayıran fark, insanoğlunun doğal sürece olan müdahalesidir (Gönençgil, 2008).

IPCC, beşinci değerlendirme raporunun sonuçlarına göre, Yerküre yüzey sıcaklıkları 1850'den beri artmaktadır. Her bir on yıl bir öncekinden daha sıcak olacak şekilde sıcaklıklar devamlı bir artış göstermiştir. Özellikle, son otuz yıldır Yerküre yüzey sıcak-

lıkları ardi ardına daha sıcak olmuştur. Küresel ortalama birleştirilmiş kara ve okyanus yüzey sıcaklıkları, 1880-2012 döneminde 0.85 °C artmıştır. Tek en uzun veri setine bağlı olarak, 1850-1900 ve 2003-2012 dönemleri arasındaki toplam artış 0.78°C'dir (IPCC, 2014).

Ekstrem sıcaklık olayları, uzun süreli sıcak veya soğuk hava akışları iklim sistemi ve insan konforu açısından önemli etkilere sahiptir. İklim değişikliğinin kabul edilen etkilerinden bir olan ekstrem hava olayları Yerküre'nin bir çok bölgesinde görülmektedir. Bu ekstrem sıcaklık olayları özellikle bazı alanlarda çoğun-

lukla artış yönünde belirgin bir eğilim göstermektedir. Yerküre'nin değişen kara ve deniz suyu sıcaklıkları ile tümleşik yüzey sıcaklıkları son yıllarda artış yönünde önemli değişiklikler göstermektedir.



Şekil 1. Çalışma alanının yerbuldu ru haritası.

Figure 1. Location map of the study area.

1998'den 2014 yılına kadar iklimin doğal değişkenliği nedeniyle ısınmanın yavaşlamasına rağmen, son yıllarda yerküre iklim sisteminin yaklaşık  $1W/m^2$ 'lik net enerji kazancına yol açan üst atmosferdeki sabit enerji dengesizliği nedeniyle deniz seviyesinde herhangi bir yükselme görülmemiştir (Hu ve Bates, 2018). IPCC beşinci raporuna göre, Avrupa'da ortalama sıcaklıklarda artışlar devam etmektedir. Bölgesel ve mevsimsel sıcaklık artış farkları Kuzey Avrupa'da daha büyüktür. 1950'den beri yüksek sıcaklık ekstremleri (sıcak günler, tropikal geceler ve sıcak hava dalgaları) daha sık hale gelirken, düşük sıcaklık ekstremleri (soğuk hava dalgası, donlu günler) daha az yaşanmaktadır (Kovats, vd., 2014).

Küresel ya da bölgesel ölçekte yaşanan sıcaklık değişkenlikleri tüm ekosistemler üzerinde dramatik bir etkiye sahiptir. Yağış değişkenliğinin fazla olduğu alanlarda sıcaklık ve yağış miktarlarında yaşanan ya da yaşanabilecek değişimlerin sonuçları da büyük olacaktır.

Akdeniz havzası, hem IPCC değerlendirmelerine hem de yapılan birçok çalışmaya göre iklim değişikliği etkilerine karşı en hassas olan alanlardan biridir (Maheras vd., 2006; Kuglitsch vd., 2010). Doğu Akdeniz ve Orta Doğu'nun kuzey kesimi  $6-10^{\circ}C$  arasında artan ısı dalgası genişliğine maruz kalabilir ve güney kesimi ise 2-3 ayını daha fazla birleşik sıcak günler ve tropikal geceler yaşayabilir (Zittis vd., 2015).

İç Anadolu Bölgesi, sıcaklık ekstremlerinin belirgin yaşandığı bölgelerden biridir. Bu çalışmada, ekstrem sıcaklıklardaki alan sal ve zamansal değişkenlikleri doğasını ve büyüklüğünü anlamaya çalışılmıştır. Bu nedenle de bölge genelinde oldukça fazla

istasyon sayısı ile yaşanan sıcaklık ekstremleri değerlendirilmiştir. Sıcaklık afetleri hakkında bölge genelinde elde edilen bilgi, ekstrem sıcaklık olaylarını anlamaya, riskleri azaltmaya ve etkilerini yönetme kolaylığı sağlayacaktır.

## 2. Veri ve Yöntem

Çalışma alanı, Türkiye'nin iç kesimlerini kapsayan İç Anadolu Bölgesidir. Bu coğrafi bölgede 13 il merkezi yer alır. Çalışma kapsamında bölgenin tüm coğrafyasını temsil edecek şekilde Meteoroloji Genel Müdürlüğü'nden sağlanan 52 istasyonun sıcaklık verisinden yararlanılmıştır (Şekil 1 ve Tablo 1).

Çalışmada kullanılan günlük sıcaklık verilerinin uzunlukları istasyonlara göre değişmektedir. İstasyonların büyük bir kısmı 1965-2017 dönemine ait sıcaklık verilerini kapsarken, en kısa gözlemlerin olduğu istasyonların ise verileri sadece 2007-2017 dönemini kapsar.

Tablo 1. Çalışmada kullanılan istasyonlara ait enlem, boylam, yükselti ve veri bilgileri.

Table 1. Latitude, longitude, elevation and data information belonging to the stations used in the study.

İstasyon adı	Enlem	Boylam	Yükselti (m)	Veri Aralığı
Çankırı	40.6086	33.6102	751	1965-2017
Sivas	39.7437	37.0020	1294	1965-2017
Anadolu Havaalanı	39.8119	30.5287	787	1991-2012
Eskişehir Havaalanı	39.7810	30.5797	786	2000-2017
Eskişehir Bölge	39.7656	30.5502	801	2007-2017
Esenboğa Havalimanı	40.1240	32.9992	959	1965-2017
Etimesgut	39.9559	32.6854	806	1995-2017
Ankara	39.9727	32.8637	891	1965-2017
Kırıkkale	39.8433	33.5181	751	1965-2017
Elmadag Radar	39.7985	32.9716	1807	2007-2017
Yozgat	38.8205	34.8159	1301	1965-2017
Kırşehir	39.1639	34.1561	1007	1965-2017
Gemerek	39.1850	36.0805	1182	1965-2017
Cihanbeyli	38.6503	32.9226	969	1965-2017
Aksaray	38.3705	33.9987	970	1965-2017
Nevşehir	38.6163	34.7025	1260	1965-2017
Kayseri	38.6870	35.5000	1094	1965-2017
Akşehir	38.3688	31.4297	1002	1965-2017
Konya Havaalanı	37.9837	32.5740	1031	1965-2017
Karaman	37.1932	33.2202	1018	1965-2017
Ereğli Konya	37.5255	34.0485	1046	2004-2017
Niğde	37.9587	34.6795	1195	1965-2017
Şabanözü	40.4742	33.2857	1060	2006-2017
Etimesgut	39.9500	32.6833	806	1965-1991
Beyşehir	40.1608	31.9172	682	1965-2017
Sorgun	39.8016	35.1805	1116	1988-2017
Elmadag Barutsan	39.9200	33.2125	1102	2010-2017
Zara	39.8928	37.7473	1338	1965-2017
Çifteler	39.3659	31.0209	900	2004-2017
Sivrihisar	39.4453	31.5354	1070	1965-2017
Polatlı	39.5834	32.1624	886	1965-2017
Bala	39.5546	33.1089	1250	2004-2017
Keskin	39.6682	33.6118	1140	1977-2017
Çiçekdağı	39.6067	34.4235	900	1972-2017
Divriği	39.3618	38.1142	1121	1965-2017
Malya TIGEM	39.3038	34.3421	1127	2007-2017
Kulu	39.0788	33.0657	1005	1965-2017
Kaman	39.3652	33.7064	1075	1966-2017
Mucur	39.0602	34.3767	1074	2004-2017
Boğazlıyan	39.1897	35.2532	1070	1965-2017
Kangal	39.2428	37.3890	1521	1966-2017
Yunak	38.8205	31.7258	1148	1971-2017
Pınarbaşı	38.7215	36.3904	1542	1965-2017
Yakasenek	38.5529	31.1730	1054	2005-2017
İlgın	38.2763	31.8940	1036	1969-2017
Avanos	38.7200	34.8538	951	1997-2017
Ürgüp	38.6218	34.9144	1068	1972-2017
Develi	38.3744	35.4797	1204	1965-2017
Tomarza	38.4522	35.7912	1402	1965-2017
Gözlü TIGEM	38.4919	32.4563	111	2007-2017
Çumra	37.5658	32.7900	1014	1972-2017
Karapınar	37.7143	33.5267	996	1965-2017

Uzun olan veriler, sıcaklık indislerinin zamansal değişimlerini değerlendirmek ve yorumlamak için diğer kısa süreli olan gözlemler ise sıcaklık indislerinin alansal dağılışının homojen olması amacıyla haritalanma aşamasında değerlendirilmiştir. Böylece sıcaklık indislerinin alansal olarak daha tutarlı bir desen sergilemesi amaçlanmıştır. Çalışma kapsamında kullanılan veri aralığı değerlendirildiğinde istasyonların %67'si kesintisiz olarak 35 yılın üzerindedir. Bu istasyon verileri çalışmanın temelini oluşturan alansal değişkenliği açıklamak için kullanılmıştır.

İklim değişikliği etkilerinin gözlenebildiği bu indislerden günlük sıcaklıklar için kullanılanlar liste halinde sunulmuştur (Tablo 2). İndisler, her bir istasyon için kendi uzun süreli verileri kullanılarak hesaplanmıştır. Sıcaklık indislerinin uzun süreli eğilimleri Mann-Kendall (M-K) trend analizi ile hesaplanmış ve eğilim desenlerinin alansal dağılış desenleri gösterilmiştir.

**Tablo 2.** Çalışma kapsamında kullanılan sıcaklık indisleri (Alexander vd., 2006; Frich vd., 2002; Klein Tank ve Können, 2003).

**Table 2.** Temperature indices used in the study (Alexander vd., 2006; Frich vd., 2002; Klein Tank ve Können, 2003).

Sıcaklık İndisi	Açıklama	Tanım
Mak>25	Maksimum sıcaklığın >25°C olduğu günler	Yaz günü
Min>20	Minimum sıcaklığın >20°C olduğu günler	Tropikal gece
Min<0°C	Minimum sıcaklığın <0°C olduğu günler	Donlu gün sayıları
Mak<0°C	Maksimum sıcaklığın <0°C olduğu günler	Buzlu gün sayıları
Min<1 <sup>st</sup>	Minimum sıcaklığın <1 <sup>st</sup> yüzdebirlik olduğu günler	Ekstrem serin gece
Min<5 <sup>th</sup>	Minimum sıcaklığın <5 <sup>th</sup> yüzdebirlik olduğu günler	Serin gece
Mak>99 <sup>th</sup>	Maksimum sıcaklığın >99 <sup>th</sup> yüzdebirlik olduğu günler	Ekstrem sıcak gün
Mak>95 <sup>th</sup>	Maksimum sıcaklığın >95 <sup>th</sup> yüzdebirlik olduğu günler	Sıcak gün

İç Anadolu Bölgesi'ndeki sıcaklık indislerindeki eğilimler, Mann-Kendall (M-K) sıra ilişki katsayısı yöntemi kullanılarak belirlenmiştir. Mann-Kendall sıra korelasyon istatistiği tau'nun ( $\tau$ ) hesaplanmasında, N ve P'den türetilerek aşağıdaki denklem ile elde edilir. M-K sıra ilişki katsayısı  $\tau$ 'nin hesaplanmasında, analiz edilen xi elemanlı orijinal gözlem dizisinin yerine, onların küçükten büyüğe dizilmesiyle elde edilen sıra numaralarından oluşan ki dizileri temel alınır. İkinci olarak P istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanır;

$$P = \sum_{i=1}^n n_i$$

$$\tau = \frac{4P}{N(N-1)} - 1$$

$$\tau_{(t)} = 0 \pm t_g \frac{(4N+10)}{9N(N-1)}$$

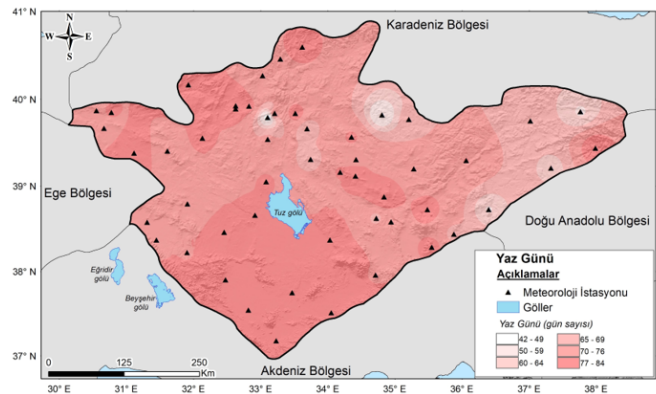
$\tau$ 'nin anlamlılık sınaması, yukarıdaki eşitlikle gösterilir. Mann-Kendall sınaması sonuçlarındaki istatistiksel anlamlılıklar, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerine göre belirlenmiştir. Hesaplanan  $\tau$  değerinin, %5 ya da %1 düzeyinde anlamlı ve 0'dan büyük olması durumunda artan, 0'dan küçük olması durumunda ise veri dizisinde azalan yönde bir eğilimden bahsedilebilir (Mann, 1945; Kendall, 1975).

## 2. Sıcaklık İndislerinin Alansal Desenleri

Çalışma kapsamında, İç Anadolu Bölgesinin tropikal gece, yaz günü, yüksek sıcaklık günü, donlu gün, buzlu gün, ekstrem sıcak gün, sıcak gün, ekstrem soğuk ve soğuk gün indisleri hesaplan-

mıştır. Her bir indisin alansal dağılışını göstermek için haritalar üretilmiştir. Alansal dağılış haritaları, istasyon verilerinin farklı uzunluklarda olması nedeniyle her istasyonun indis değerlerini yansıtmak şeklindedir.

Yaz günü indisi, gün içinde yaşanan en yüksek sıcaklıkların 25°C'den fazla olduğu günlerdir. İç Anadolu Bölgesi'nde yaz günü indisinin alansal dağılışını incelendiğinde yaz günlerinin homojen bir dağılış göstermediği dikkat çekicidir. Yaz günü sayıları bölge genelinde 42-84 gün aralığında yaşanmaktadır. En düşük ortalamalar, 42 gün ile çalışma alanının en yüksek noktası olan 1807m rakımı ile Elmadağ Radar istasyonundadır. Bu istasyonun iklim koşullarını yansıtmaması bakımından önemlidir. Yaz günü sayıları İç Anadolu Bölgesi'nin doğusunda, özellikle Bozok platosu ve doğusunda en düşük değerlere sahiptir. Bu alan, Karadeniz Bölgesi ile olan sınırında Akdağlar, Yıldız Dağı, Akdeniz ve Doğu Anadolu Bölgesi'yle olan sınırında Tahtalı Dağları ile Doğu Anadolu Bölgesi'yle olan sınırında Tecer Dağları ile sınırlanan ve ortalama yükseltisi 1000m üzerinde olan platoluk bir sahadedir. En yüksek yaz günü sayıları, Ankara ili çevresindeki istasyonlarda gözlenmektedir ayrıca bölgenin güneyi Konya ovası çevresinde yaz günü sayıları yüksektir (Şekil 2).

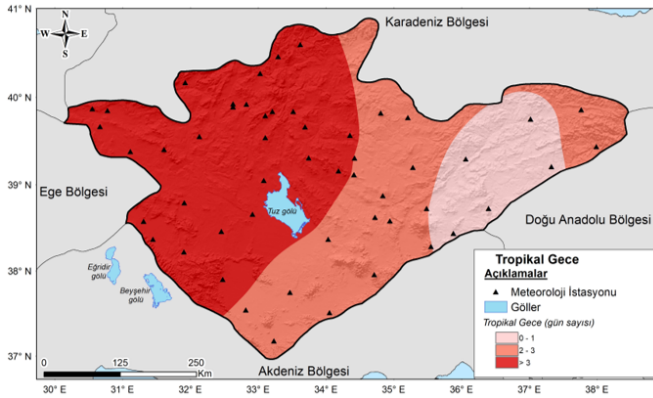


**Şekil 2.** Yaz günü sayılarının alansal dağılışını.

**Figure 2.** Spatial distribution of the numbers of summer day.

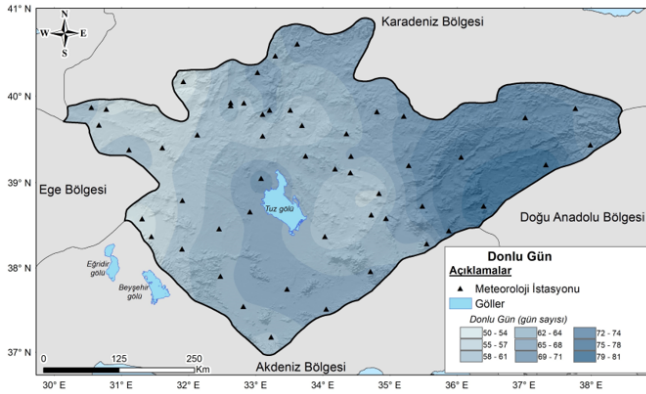
Tropikal gece, gün içinde yaşanan en düşük sıcaklıkların 20°C'den büyük olduğu günlerdir. Tropikal geceler yüksek nüfusa sahip olan alanlar çevresinde yoğunlaşmıştır. Ortalama tropikal gecelerin en yüksek olduğu istasyonlar çalışma alanının kuzeybatısında yoğunluk gösterir. Türkiye'nin önemli metropollerinden Ankara ve çevresinde oldukça yüksek tropikal gecelere rastlanırken, en düşük tropikal geceler kırsal özellik gösteren istasyonlarda yaşanmaktadır. Bu indis, Türkiye genelindeki ısınmaların en belirgin olduğu sıcaklıklara aittir. Yaz minimum sıcaklıklarındaki artışlar Türkiye genelindeki anlamlı ısınma eğilimlerinin en belirgin olduğu veri dizisidir. Tropikal geceler bölgenin kuzey ve batı kesimlerinde daha çok yaşanmaktadır. En düşük tropikal gece sayıları bölgenin doğusundaki platoluk sahalaradadır (Şekil 3).

Donlu gün, minimum sıcaklıkların, günün herhangi bir anında 0°C'nin altına düştüğü gün olarak tanımlanır. Donlu gün sayıları İç Anadolu Bölgesi'nin batısından doğusuna doğru genel olarak bir artış gösterir. En düşük donlu gün sayılarına, istasyon rakımlarının az olduğu ovalarda bulunan istasyonlarda ve yüksek nüfusa sahip olan şehirleşmenin yoğun olduğu alanlar çevresinde rastlanır. Kentlerin yoğunlaştığı alanlarda donlu gün sayıları belirgin olarak azalır. Daha önce yapılan çalışmalar ile benzer ola-



Şekil 3. Tropikal gece sayılarının alansal dağılışı.  
Figure 3. Spatial distribution of the numbers of tropical night.

rak kırsal ve kentsel alanlar çevresinde belirgin farklılıklar bulunur. Örneğin; Çiçek (2005) çalışmasında Ankara'da şehir ve kırsal alanlar arasındaki yıllık ortalama sıcaklık farkını 2.01°C olarak belirtmiştir. Bu durum özellikle Ankara gibi metropol olan şehirler ve yakın çevresinde donlu gün sayılarının belirgin bir şekilde düşmesine neden olur. Bölgenin doğusunda, yükseltinin fazla olduğu platoluk sahalar ve küçük ölçekli kentsel yerleşimlerin olduğu alanlarda donlu gün sayıları en yüksek değerlere ulaşır (Şekil 4).

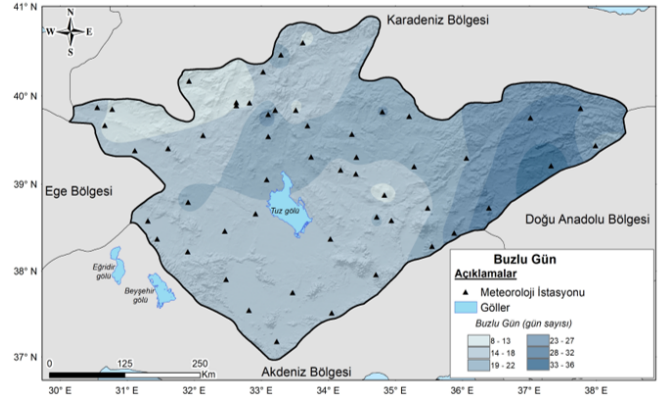


Şekil 4. Donlu gün sayılarının alansal dağılışı.  
Figure 4. Spatial distribution of the numbers of frost day.

Buzlu günler, maksimum sıcaklığın bütün gün boyunca 0°C'nin altında olduğu günlerdir. Buzlu günler, bölgenin batısından doğusuna doğru artar. Buzlu günlerin en fazla görüldüğü yerler Sivas çevresindeki istasyonlardır (Şekil 5). Bu istasyonların bulunduğu alanlar ve yakın çevreleri 1200m'den yüksek platoluk sahalardır. Bölgenin dağlık alanları dışındaki en yüksek rakımına sahip olan Sivas çevresindeki istasyonlarda (Kangal, Zara, Divriği ve Pınarbaşı) yaklaşık olarak bir ay buzlu gün yaşanır. Kentsel alan özelliği ile Ankara çevresinde yıl içindeki buzlu gün sayıları 15 günün altındadır. Kentsel özelliğinin yanında bölgenin batı kesimlerinin topoğrafyası dağlık alanları dışında 1000m'nin altında ova ve platoluk yüzeylerden oluşur. Benzer şekilde topoğrafyanın daha sade olduğu Aksaray- Avanos çevresi benzer şekilde en düşük buzlu gün ortalamaları 15 günün altında yaşanmaktadır.

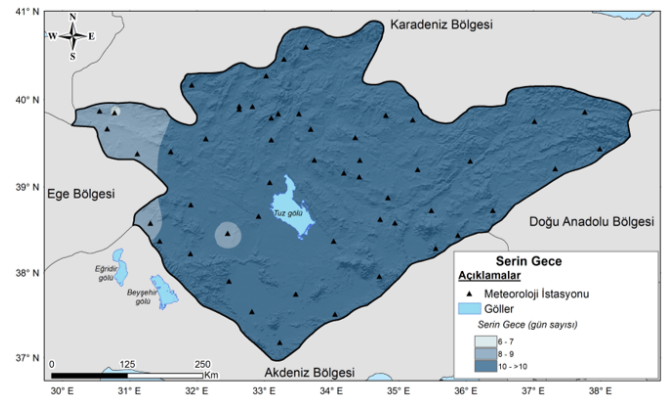
Donlu ve buzlu geçen günler özellikle tarımsal faaliyetler ve bitki hayatı bakımından önemlidir. Donlu ve buzlu geçen günler bölgenin yüksek engebeye sahip olan alanlarında yayılış gösterirler. Bölgenin yüksek platoluk alanlarında kış mevsiminin

2/3'ünde don olayı egemendir. Buzlu günler ise bu yüksek kesimlerde kış mevsiminin yaklaşık 1/3'ünü oluşturur. Karasal bir iklime sahip olan bölge genelinde don olayı oldukça önemli bir yer tutar.



Şekil 5. Buzlu gün sayılarının alansal dağılışı.  
Figure 5. Spatial distribution of the numbers of ice day.

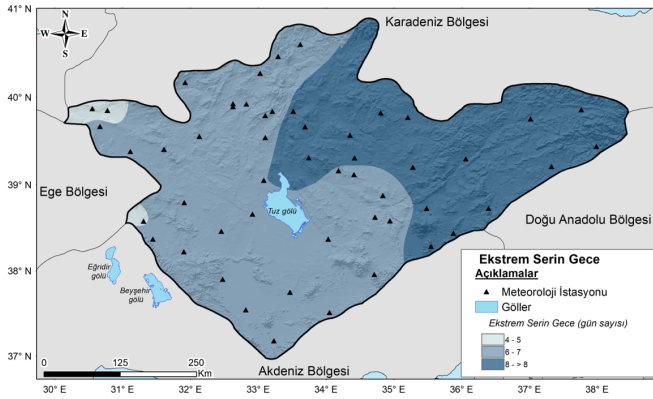
Serin geceler, yaz mevsimi minimum sıcaklık verilerinin uça, en düşük sıcaklıklara sahip olduğu günlerdir (<5th persantil). Serin gece sayılarının alansal dağılışı incelendiğinde en yüksek gün ortalamalarına, topoğrafyanın homojenlik gösterdiği, bölgenin doğusunda rastlanır. Bu alandaki istasyonların yükseltisi 1500m'nin üzerindedir. Yaz mevsiminde, serin geceler en fazla bölgenin en engebeli topoğrafyasına sahip olan doğu kesimindedir. Bu alanlar çoğunlukla geniş platoluk sahalardan oluşur (Şekil 6). Yaz mevsiminde, yükselti serin gecelerin belirlenmesinde en belirleyici faktördür. Yükseltinin belirgin olarak fazla olduğu ve nüfus yoğunluğunun az olduğu bölgenin doğusunda serin geceler batıya göre 3-4 gün daha fazladır. En düşük serin geceler ise İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeybatısında yaşanır. Burada yer alan Yukarı Sakarya ovaları, bölgenin en az yükseltisine sahip olan alanlardır. Ayrıca kentsel alanlar, gece sıcaklıklarının daha sıcak yaşanmasına neden olacak kentsel ısı adaları oluşturarak gece konforunun da azalmasını sağlarlar (Çiçek, 2005; Çiçek ve Doğan, 2005).



Şekil 6. Serin gece sayılarının alansal dağılışı.  
Figure 6. Spatial distribution of the numbers of cold night.

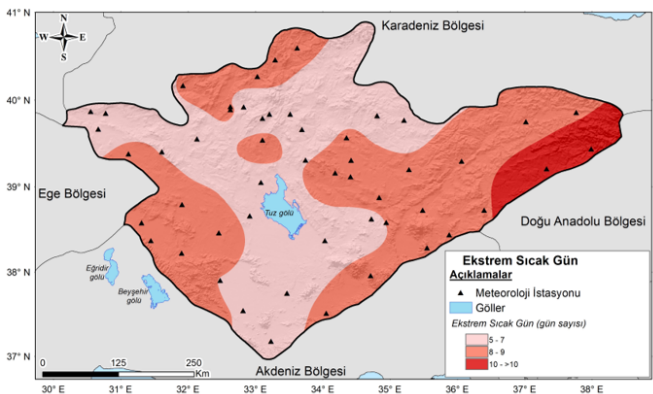
Ekstrem serin geceler, yaz mevsimi minimum sıcaklık verilerinin en düşük yaşanan, en uç değerdeki günlerdir (<1st persantil). Ekstrem serin geceler, her istasyonun uzun yıllık verileri ile her bir istasyon için hesaplanmıştır. Ekstrem serin gecelerin alansal

dağılımında, en düşük değerler Tuz gölünün batısında kalan alanda gözlenir. En fazla ekstrem serin geceler topoğrafyanın yüksek olduğu Yozgat-Sivas illerindeki istasyonlarda gözlenir. Bu alanlar aynı zamanda yoğun nüfusa sahip olmayan istasyonlar oldukları için kentsel ısı adası etkilerinden uzaktırlar. İç Anadolu Bölgesi'nin batı ve doğusu arasındaki ortalama 2-2.5 günlük ekstrem serin gece farkları batı kesiminde yer alan istasyonlarda yaz mevsimindeki ısınma eğilimlerinin daha kuvvetli olduğunun da bir göstergesidir (Şekil 7).

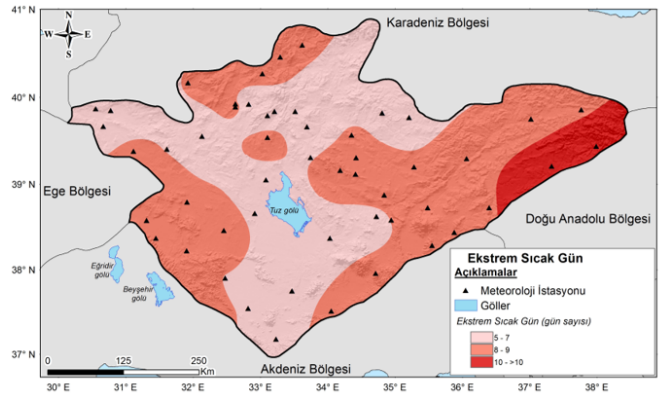


Şekil 7. Ekstrem serin gece sayılarının alansal dağılışı.  
Figure 7. Spatial distribution of the numbers of extreme cold night.

Ekstrem sıcak günlerin en yüksek değerleri, İç Anadolu Bölgesi'nin doğusunda yoğunlaşmıştır. Anadolu Havaalanı, Eskişehir Havaalanı ile dağ istasyonu olan Elmadağ istasyonlarında en düşük ekstrem sıcaklığa sahiptir. Bu istasyonlarda yaz mevsimi boyunca ortalama 5.5-6 gün yaşanır. Bölgenin güneyi ve kuzeyinde ekstrem sıcak gün sayıları 7 günün üzerindedir. Bölge genelinde en yüksek ekstrem sıcaklıklar 1200m'nin üzerindeki rakımıyla çoğunlukla geniş platoluk alanlarda yer alan istasyonlarda yaşanır. Karasallığın etkili olduğu bu alan yaz mevsimi gündüz en yüksek sıcaklıklarının yaşandığı alanlara karşılık gelir (Şekil 8). Yaz mevsiminde bölgede yaşanan aşırı sıcaklıklar karasallığın etkisinin en büyük göstergesidir. Yaz mevsiminde Konya ve çevresinde güney ve doğu yönlü rüzgarlar etkilidir. Özellikle, yaz mevsiminde Muson alçak basıncının etki alanını kuzeye doğru kaydırmasıyla birlikte Türkiye'nin çoğunlukla Güneydoğu Anadolu Bölgesi'ni etkisi altına alan sıcak ve kavurucu samyeli rüzgarı Tuz gölünün doğusu ve güneyinde de etkinliğini hissettirir.



Şekil 8. Ekstrem sıcak gün sayılarının alansal dağılışı.  
Figure 8. Spatial distribution of the numbers of extreme warm day.



Şekil 9. Sıcak gün sayılarının alansal dağılışı.  
Figure 9. Spatial distribution of the numbers of warm day.

Sıcak günler, maksimum sıcaklık verilerinin en yüksek yaşandığı uçtaki değerlerdendir. Sıcaklıklar genel olarak normal dağılım gösterirler. Sıcak günler, normal dağılımın en sıcak olan uçların %95 olan kısmındaki maksimum uçtan ortalamaya daha yaklaşan değerlere karşılık gelir. Sıcak günlerin dağılışı, genel olarak ekstrem sıcak günlere benzer. İç Anadolu Bölgesi'nde en yüksek sıcak gün değerleri bölgenin güneyinde ve doğusundadır.

Yaz mevsiminde, Konya ve çevresinde, güney ve doğu sektörlü rüzgarlar yazın sıcak ve kavurucu etki yaparlar. Bu etki bazı köylerde "sam vurma" kelimesiyle ifade edilir (Erol, 1963). "Sam vurma" ekstrem sıcak ve sıcak günler üzerinde önemli bir etkiye sahiptir. Yaz mevsiminde artan yüksek sıcaklıklar, sıcak esen rüzgarlarla etkisini birleştirerek yöre ve çevresi için oldukça önemli sıkıntıya neden olmaktadır.

#### 4. Sıcaklık İndislerinin Zamansal Desenleri

Çalışma alanında yer alan istasyonlara uygulanan Mann-Kendall eğilim analizine göre bölge genelinde yaz günü, tropikal gece, ekstrem sıcak gün ve sıcak gün indislerinde istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimleri vardır (Tablo 3).

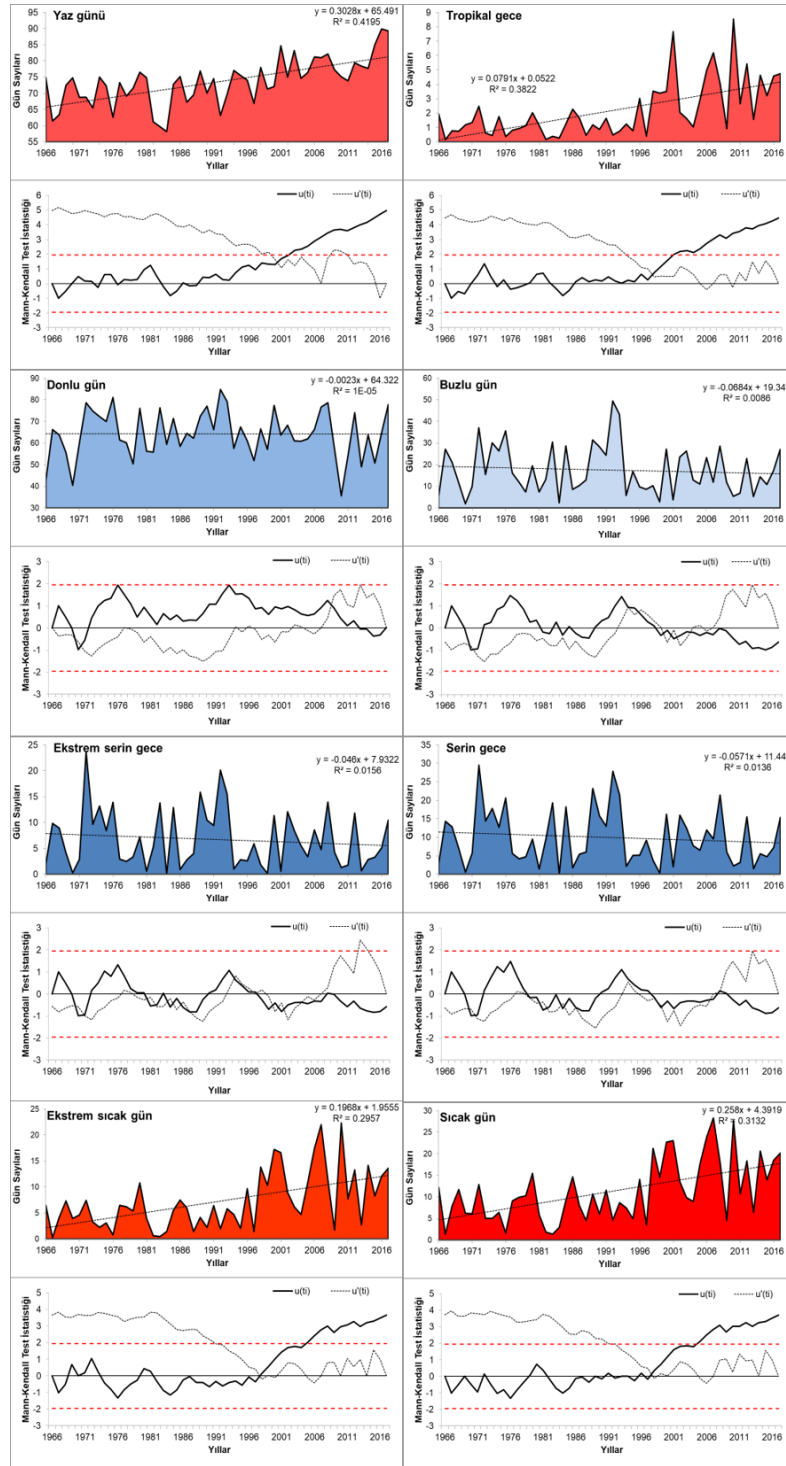
Tablo 3. Çalışma alanındaki istasyonların sıcaklık indislerine göre test istatistikleri.

Table 3. Test statistics based on the temperature indices of the stations in the study area.

Sıcaklık İndisi	M-K u(t) değeri	Eğilim
Yaz Günü	4.97	%95 güven aralığında artış eğilimi var
Tropikal Gece	4.47	%95 güven aralığında artış eğilimi var
Donlu Gün	0.02	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Buzlu Gün	-0.63	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Ekstrem Serin Gece	-0.57	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Serin Gece	-0.63	%95 güven aralığında artış veya azalış yok
Ekstrem Sıcak Gün	3.66	%95 güven aralığında artış eğilimi var
Sıcak Gün	3.71	%95 güven aralığında artış eğilimi var

Yaz günleri bölge genelinde ortalama 74 gün ile oldukça yüksek bir değere sahiptir. Yaz mevsiminin büyük bir kısmında maksimum sıcaklıklar bölge genelinde 25°C üzerinde geçmektedir. İndisin zamansal dağılımında 1990'lardan itibaren bir değişim göze çarpar. 2000 yılı bölge için yaz günlerindeki değişim noktasıdır. 2002'den itibaren ise bölge genelindeki yaz günü indisinde yaşanan artış, istatistiksel olarak anlamlı bir eğilime dönüşmüştür.

Tropikal geceler, İç Anadolu Bölgesi genelinde 2 gün ortalamasına sahiptir. Yaz mevsimi gece sıcaklıklarında ısınma eğilimleri her istasyonda belirgin değildir. 1998 yazı bölge geneli için



Şekil 10. Sıcaklık indislerindeki değişimlerin ve eğilimlerin zamansal değişimleri.

Figure 10. Temporal changes and trends in temperature indices.

önemli değişiklik yılıdır. 2001 yılından itibaren tropikal gece sayılarında yaşanan artış istatistiksel olarak anlamlıdır. Bölge genelindeki eğilim yaz günü ile benzerlik gösterir. Özellikle 2000'li yılların başından itibaren önemli sıcak geçen geceler bölge genelinde sayıca artmaktadır.

Donlu günler, bölge genelinde kış mevsiminin oldukça soğuk geçtiğinin en önemli göstergesidir. Karasallık, bölge genelinde oldukça etkilidir. Kış mevsiminin yaklaşık 64 gününde minimum sıcaklıklar 0°C'nin altında yaşanmaktadır. Donlu gün sayılarında yıllararası değişkenlikler görülsede istatistiksel olarak anlamlı bir eğilim gözlenmemiştir.

Buzlu günler, anlamlı olmayan zayıf bir azalma eğilimi içermek-

tedir. Kış mevsimi boyunca bölge genelinde 17 gün buzlu olarak yaşanmaktadır. Buzlu gün sayılarında gözlenen zayıf azalma eğilimi, bölge genelinde kış mevsimi maksimum sıcaklıklarının 0°C'nin üzerinde yaşanmaya başladığının belirgin bir göstergesidir (Şekil 10).

Ekstrem serin gece ve serin geceler anlamlı olmayan zayıf bir eğilim içerir. Bölge genelinde, ekstrem serin geceler yaklaşık 6 gün, serin geceler ise yaklaşık 10 gün yaşanır. 1970'li yıllar ve 1990'lı yıllar ekstrem serin ve serin gece sayılarının en fazla yaşandığı dönemlerdir. Son yıllarda serin yaşanan günlerde azalmalar dikkate değer düzeydedir.

Ekstrem sıcak günler, bölge genelinde anlamlı artışın gözleendiği

indis dizisidir. 1990'lı yılların ortalarından itibaren başlayan değişim ile birlikte 2000'li yılların başlarından beri istatistiksel olarak bölge genelinde anlamlı artış eğilimleri yaşanmaktadır. Sıcak günler de ekstrem sıcak günler ile benzer bir eğilim gösterir. Sıcak gün indisindeki artış eğilimi 2000'lerden itibaren istatistiksel olarak anlamlıdır. Bölge genelinde yaz mevsiminde yaşanan ekstrem ve sıcak gün sayıları ortalama 7-11 gündür.

## 5. Sonuçlar

Türkiye'nin iç kesimlerinde yer alan İç Anadolu Bölgesi, kuzeyde Karadeniz, doğuda Doğu Anadolu, güneyde Akdeniz, batıda, Ege ve küçük bir alan ile Marmara Bölgeleri ile çevrilidir. Çalışma alanındaki kayıt süreleri 30 yılı aşan istasyonların verisinden yararlanılarak analiz ve değerlendirmeler yapılmıştır. Buna göre istasyonların önemli bir kısmında iklim değişikliğinin son yarıyıldan en önemli göstergelerinden biri olarak kabul edilen ekstrem yüksek ve düşük sıcaklıklar tespit edilmiştir.

İç Anadolu Bölgesi'nde en fazla yaz günleri rakımın az olduğu istasyonlarda gözlenir. İstasyon rakımlarının arttığı, bölgenin platoluk alanlarına doğru yaz günü sayıları azalır. Yükseltinin az olduğu istasyonlar ile platoluk alanlarda yer alan istasyonlar arasında ortalama 10-15 günlük fark bulunur. Tropikal gecelerin yaşandığı alanlar çoğunlukla yüksek nüfus yoğunluğunun sahip olan büyükşehirlerde bulunan istasyonlardadır. Yaz gecelerinde yaşanan ısınma topoğrafik faktörler ile de birleşince alçak olan alanlarda ısı adası oluşumunu şiddetlendirmektedir. Donlu ve buzlu günler, Akdeniz havzası genelinde olduğu gibi Türkiye'nin iç kesimlerinde ve platoluk alanlarda daha fazladır. Bölge genelinde de en yüksek rakıma sahip olan bölgenin doğusunda donlu ve buzlu gün sayıları fazladır. Yoğun nüfusa sahip olan yerleşmelerde donlu ve buzlu gün ortalamaları yaklaşık 10 gün daha fazla yaşanmaktadır. Ekstrem serin ve serin geceler bölge genelinde az nüfusa sahip olan alanlarda 3-4 gün daha fazla yaşanır. Ayrıca ekstrem serin geceler, serin gecelerden yaklaşık 4 gün daha az yaşanır. Ekstrem sıcak ve sıcak günler, İç Anadolu Bölgesi'nin güneyinde, Tuz gölü çevresinde en yüksek değerlere sahiptir. Bu alan ve çevresi, Toros Dağlarını aşan hava akımlarının adyabatik olarak ısınmasıyla fön rüzgarı etkisinde kalır. Ayrıca, yaz mevsiminde genel atmosfer dolaşımının etkisiyle Güney- Güneydoğulu dolaşımın sıcak havasının etkisi altında kalır. Bölgenin güneyinde sıcak günler bölgenin diğer alanlarından 1-2 gün daha fazladır.

Sıcaklık indisleri ile belirlenen ekstremler bölge genelinde ısınma yönünde bir eğilimin varlığına işaret eder. Sıcak geçen ekstrem günlerin sayısında yıllar arasında belirgin bir artış gözlenirken, serin ya da soğuk geçen günler de ise azalma yönünde bir eğilim egemendir. Ayrıca, istasyonlardaki sıcak ekstremler çoğunlukla nüfus yoğunluğunun yüksek olduğu alanlar çevresinde dağılım gösterirler. Nüfus yoğunluğunun az olduğu ve topografyanın yüksek olduğu, platoluk sahalarda sıcak geçen ekstrem günler 2-5 gün daha az yaşanmaktadır.

## Kaynakça

- Alexander, L.V., Zhang, X., Peterson, T.C., Caesar, J., Gleason, B., Klein Tank, A.M.G., Haylock, M., Collins, D., Trewin, B., Rahimzadeh, F., Taghipour, A., Rupa Kumar, K., Revadekar, J., Griffiths, G., Vincent, L., Stephenson, D.B., Burn, J., Aguilar, E., Brunet, M., Taylor, M., New, M., Zhai, P., Rusticucci, M., Vazquez-Aguirre, J.L. (2006). Global observed changes in daily climate extremes of temperature and precipitation. *Journal of Geophysical Research*, 111, D05109, doi:10.1029/2005JD006290.
- Çiçek, İ. (2005). Ankara'da şehir ve kırsal sıcaklık farklarındaki değişiklikler (1970-2002). *Fırat Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 15, Sayı: 2*, 1-16.
- Çiçek, İ., Doğan, U. (2005). Ankara'da şehir isisi adasının incelenmesi, *Coğrafi Bilimler Dergisi, 3(1)*, 57-72.
- Erol, O. (1963). İç Anadolu'da Haymana Tuzgölü Çevrelerinin İklimi Hakkında. Ankara Üniversitesi, *Dil ve Tarih Coğrafya Fakültesi Dergisi, Cilt 21*, 3-4.
- Frich, P., Alexander, L.V., Della-Marta, P., Gleason, B., Haylock, M., Klein Tank, A. M. G., Peterson T. (2002). Observed coherent changes in climatic extremes during the second half of the twentieth century. *Climate Research*, 19, 193-212.
- Gönençgil, B. (2008). *Doğal Süreçler Açısından İklim Değişikliği ve İnsan*, Çantay Yayınevi, ISBN: 978-975-9060-50-3, İstanbul.
- Hu, A., Bates, S.C. (2018). Internal climate variability and projected future regional steric and dynamic sea level rise. *Nature Communications*, 9, 1068, DOI: 10.1038/s41467-018-03474-8.
- IPCC, 2014: Climate Change (2014). Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.
- Klein Tank, A.M.G., Können, G.P. (2003). Trends in Indices of Daily Temperature and Precipitation Extremes in Europe 1946-1999. *Journal of Climate*, 16, 3665-3680.
- Kuglitsch, F.G., Toreti, A., Xoplaki, E., Della-Marta, P.M., Zerefos, C.S., Türkeş, M., Luterbacher, J. (2010). Heat wave changes in the eastern Mediterranean since 1960. *Geophys Res Lett* 37(4), L04802. doi:10.1029/2009GL041841.
- Kovats, R.S., R. Valentini, L.M. Bouwer, E. Georgopoulou, D. Jacob, E. Martin, M. Rounsevell, and J.-F. Soussana. (2014). Europe. In: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Masstrandrea, and L.L. White (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, pp. 1267-1326.
- Maheras, P., Flocas, H., Tolika, K., Anagnostopoulou, C., Vafiadis, M. (2006). Circulation types and extreme temperature changes in Greece. *Clim Res* 30(2), 161-174. doi:10.3354/cr030161.
- Zittis, G., Hadjinicolaou, P., Fnais, M., Lelieveld, J. (2016). Projected changes in heat wave characteristics in the eastern Mediterranean and the Middle East. *Regional Environmental Change*, 16, 1863-1876.

