

**Hakemli Makale**  
**Revised Article**

## Türkiye’de Yaz Mevsimindeki Sıcak Günler ve Sıcak Günlerin Eğilimleri (1970-2006)

### *Recent Trends in Observed Hot Days During Summer Season in Turkey (1970-2006)*

Zahide ACAR DENİZ\*

#### ÖZ

Bu çalışmada, haziran-temmuz-ağustos-eylül aylarındaki yaz günü ve tropikal gün sayıları belirlenmiştir. Bu amaçla, 91 meteoroloji istasyonunun 1970-2006 yılları arasındaki günlük maksimum sıcaklık verileri incelenmiştir. Çalışmada, yaz günü için  $\geq 25^{\circ}\text{C}$  ve  $< 30^{\circ}\text{C}$ , tropikal gün için ise  $\geq 30^{\circ}\text{C}$  değerler esas alınmıştır. Meteoroloji istasyonlarının uzun süreli yaz günü ve tropikal gün sayılarının ortalamalarındaki değişimler, değişim katsayısı yöntemi ile hesaplanmıştır. Yaz günlerindeki değişkenlik, Türkiye’nin tüm güney kıyıları boyunca yüksektir. Tropikal günlerdeki değişkenlik Türkiye’nin kuzey kıyılarına doğru artmıştır. Mann-Kendall sınamasına göre, Türkiye’de yaz günü sayıları genel olarak azalma eğilimi içerir. Azalma eğilimleri, istasyonların büyük bir kısmında istatistiksel olarak anlamlıdır. Buna karşılık tropikal gün sayıları, genel olarak artış eğilimi gösterir. Özellikle, Türkiye’nin batı yarısında bölgesel artış eğilimleri kuvvetlidir. Türkiye’nin batısında Ege Bölgesi ve İstanbul, İzmit vb. metropollerin ve sanayileşmiş alanların yer aldığı Marmara Bölgesi, tropikal günlerdeki artışların en belirgin olduğu alanlardır.

*Anahtar Kelimeler: Türkiye’nin yaz iklimi, yaz günü, tropikal gün, Mann-Kendall sıra ilişki testi.*

\*) Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen-Edebiyat Fakültesi, Coğrafya Bölümü.

Geliş/Received: 20.04.2013  
Kabul/Accepted: 08.07.2013

#### ABSTRACT

*In this study, the numbers of summer and tropical day were determined in June-July-August-September months. For this purpose, daily maximum temperature data of the 91 meteorological stations have been analyzed in the period of 1970-2006. For the summer day indices were determined daily maximum temperature range from greater than or equal to  $25^{\circ}\text{C}$  to greater  $30^{\circ}\text{C}$ , whereas the tropical days were determined greater than or equal to  $30^{\circ}\text{C}$ . Long-term variations in the average of the summer and tropical day numbers were calculated by the coefficient of variation. The number of summer day variability over the Turkey has revealed along the southern coast. Variability of the tropical day numbers has increased towards the northern coast of Turkey. According to Mann-Kendall test, the numbers of summer day has included generally decreasing trend in Turkey. These decreasing trends are statistically significant in most of the stations. However, the numbers of tropical day are statistically significant increasing trends. In particular, regional increasing trends are very strong over the western half of Turkey. The tropical day numbers have included increasing trend over the western part of Turkey, Aegean coast and metropolitan and industrial areas such as; İstanbul and İzmit.*

*Keywords: Summer climate of Turkey, summer day, tropical day, Mann-Kendall rank correlation test.*

Sorumlu yazar/Corresponding author  
(Z. ACAR DENİZ)  
[zdeniz@comu.edu.tr](mailto:zdeniz@comu.edu.tr)

## GİRİŞ

Sanayi devriminden sonra hızla artış gösteren enerji üretimi ve tüketimi, sanayileşme süreçleri günümüzdeki ve gelecekteki iklim üzerinde büyük baskı uygulamaktadır. Sanayileşmeyle artan fosil yakıt kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormansızlaşma gibi insan etkinlikleri atmosferdeki karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ), diazotmonoksit ( $\text{N}_2\text{O}$ ) gibi çeşitli sera gazı birikimlerini arttırmıştır. Öte yandan, doğal afetlerin frekansındaki ve şiddetindeki artışlar da çoğunlukla iklim değişikliğine bağlı ekstrem olayların gerçekleşme olasılığındaki artışlarla açıklanabilir.

ferdeki karbondioksit ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ), diazotmonoksit ( $\text{N}_2\text{O}$ ) gibi çeşitli sera gazı birikimlerini arttırmıştır. Öte yandan, doğal afetlerin frekansındaki ve şiddetindeki artışlar da çoğunlukla iklim değişikliğine bağlı ekstrem olayların gerçekleşme olasılığındaki artışlarla açıklanabilir.

Akdeniz havzasındaki sıcaklık ve yağış değişkenliği ile uzun süreli eğilimleri içeren birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalar ve yapılan çeşitli iklim modellerine göre, Akdeniz havzası iklim değişikliğinden en çok etkilenen alanlardan biridir. Ayrıca, iklim değişikliğine bağlı olarak ekstrem olayların frekansının artmasıyla, ekstrem hava olaylarından etkilenen ve etkilenmesi öngörülen, hassasiyeti yüksek olan bölgelerle ilgili çalışmaların sayısı her geçen gün artmaktadır (DOMONKOS vd., 2003; HAYLOCK ve GOODESS, 2004; VAUTARD vd., 2007; BENISTON ve DIAZ, 2004; GÖNENÇİL ve İÇEL, 2010).

Beniston vd. (2007) çalışmalarında 1961-1990 dönemindeki verilerinden yararlanarak 2071-2100 dönemi için PRUDENCE projesi tarafından üretilen bölgesel iklim modeli simülasyonunu kullanmışlardır. Bölgesel yüzey ısınması nedeniyle sıcak hava dalgalarının frekansı, şiddeti ve süresi PRUDENCE RCM veri setine göre 21. yy'ın sonlarına doğru artacaktır. Bu iklim modeline göre, Güney Avrupa gibi Merkezi Avrupa ülkelerinde de sıcak gün sayılarında artışlar yaşanacaktır. Ekstrem sıcaklıkların şiddeti, sıcaklık değişkenliğinin artması nedeniyle karasal iç bölgelerde sıcaklıklar ılıman bölgelere göre daha hızlı bir şekilde artacaktır. Türkiye'yi de kapsayan bu çalışmada, yıllık ortalama 30°C üzerindeki gün sayısının Türkiye'nin güneyi ve batısında belirgin bir şekilde artacağı belirtilmiştir.

Ekstrem sıcaklıklar için yapılan çalışmalara göre Türkiye genelinde tropikal ve sıcak gün sayılarında genel olarak artma, soğuk ve donlu gün sayılarında ise genel olarak azalma eğilimleri gözlenir (TOROS, 2012; ÜNAL vd., 2012; ERLAT ve YAVAŞLI, 2009).

Erlat ve Yavaşlı (2009)' Ege Bölgesi'nde tropikal gün ve yaz günü sayılarındaki değişim ve eğilimleri inceledikleri çalışmalarında, Ege Bölgesi'nde yıllık tropikal gün ve yaz günü sayılarının son 70 yılda yükselme eğilimi gösterdiğini belirlemişlerdir. 1939-1973 döneminde yıllık tropikal gün ve yaz günü sayıları, genellikle uzun yıllar ortalamasının altındadır. 1970'lerin ikinci yarısından günümüze kadar olan dönemde ise tropikal ve yaz günü sayıları istatistiksel olarak anlamlı artış eğilimleri ile karakterize olur.

Şensoy vd. (2008) Türkiye'deki 100 meteoroloji istasyonunun 1971-2004 dönemindeki sıcaklık verilerini kullandıkları çalışmalarında, yaz günü ve tropikal gece sayılarının bütün istasyonlarda arttığını, donlu gün sayılarının ise azaldığını belirlemişlerdir. Bu çalışmaya göre, yaz günü sayılarındaki eğilimler özellikle Türkiye'nin kuzey bölümünde büyüktür. Mann-Kendall sonuçlarına göre, sıcaklık indislerindeki eğilimler özellikle Karadeniz kıyısındaki istasyonların büyük bir çoğunluğunda %5 seviyesinde anlamlı artış eğilimi gösterir (ŞENSOY vd., 2008).

Ünal vd. (2012) 1965-2006 dönemi Batı Anadolu'daki sıcak hava dalgalarını inceledikleri çalışmalarında, Bozcaada istasyonu dışında sıcak gün sayılarında bir artış eğilimi belirlemişlerdir. 1998'den sonra Batı Anadolu'daki tüm istasyonlarda sıcak gün sayılarının 10-20 günden fazla olduğu bir dönem egemendir (ÜNAL vd., 2012).

Çalışmanın amacı, Türkiye'nin uzun yaz mevsimindeki yaz günü ve tropikal gün sayılarındaki uzun süreli değişimi belirlemek ve bu değişimin alansal özelliklerini açıklamaya çalışmaktır.

## VERİ ve YÖNTEM

Çalışmada, Meteoroloji Genel Müdürlüğü'ne ait 91 istasyona ait veriler kullanılmıştır. Uzun yaz mevsiminde (haziran-eylül) kaydedilen günlük maksimum sıcaklık verilerindeki yaz günü ve tropikal gün sayıları belirlenmiştir (Şekil 1). Yaz ve tropikal günlerinin uzun süreli ortalamalarına göre (1970-2006) alansal dağılımları gösterilerek bölgesel özellikleri açıklanmaya çalışılmıştır. Yaz günü ve tropikal günlerin 1970-2006 dönemindeki yıllar arası değişkenliği, değişim katsayısı (DK) ile belirlenmiş ve uzun süreli eğilimleri Mann-Kendall (M-K) trend analizi ile hesaplanarak alansal dağılım desenleri gösterilmiştir.

İstasyonların yaz mevsimindeki yaz günü ve tropikal gün sayılarındaki değişimler, değişim katsayısı yöntemi ile hesaplanmıştır. Değişim katsayısı,

$$DK = (\sigma/f) \cdot 100 \quad (1)$$

şeklinde hesaplanır.

Burada  $\sigma$ , standart sapmayı;  $f$ , sıcaklıklara ait aritmetik ortalamayı verir. Bu formülde olduğu gibi standart sapmanın veri dizisinin uzun süreli ortalamasına bölünmesi, ortalama değerleri birbirinden farklı olan alanlardaki değişkenliğin dağılımının önemini ortaya koymayı ve bu alanları karşılaştırmayı sağlar (ERİNÇ, 1996; 431).

Maksimum yaz sıcaklıklarındaki yaz günü ve tropikal gün sayılarındaki eğilimler, Mann-Kendall (M-K) sıra ilişki katsayısı yöntemi kullanılarak belirlenmiştir.

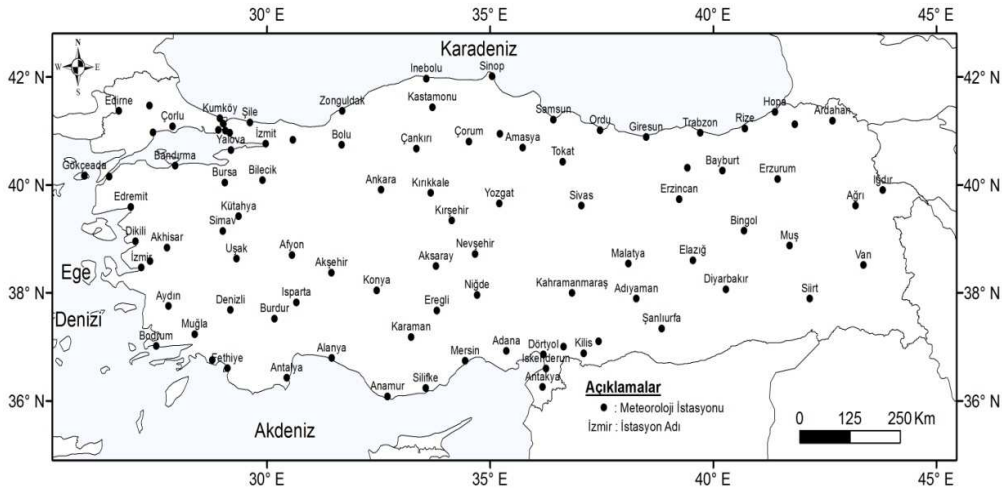
Mann-Kendall rank korelasyon istatistiği tau'nun ( $\tau$ ) hesaplanmasında,  $N$  ve  $P$ 'den türetilerek aşağıdaki denklem ile elde edilir. M-K sıra ilişki katsayısı tau'nun ( $\tau$ ) hesaplanmasında, analiz edilen  $x_i$  elemanlı orijinal gözlem dizisinin yerine, onların küçükten büyüğe dizilmesiyle elde edilen sıra numaralarından oluşan  $k_i$  dizileri temel alınır. İkinci olarak  $P$  istatistiği aşağıdaki gibi hesaplanır;

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

$$\tau = \frac{4P}{N(N-1)} - 1 \quad (2)$$

$\tau$ 'nin anlamlılık sınaması, denklem 3'deki eşitlikle gösterilir. 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; ERLAT ve YAVAŞLI, 2009).

$$\tau_{(t)} = 0 \pm t_g \frac{(4N+10)}{9N(N-1)} \quad (3)$$



Şekil 1: Çalışmada kullanılan meteoroloji istasyonlarının coğrafi dağılışı.

Figure 1: Geographical distribution of the meteorology stations.

Mann Kendall sınavı sonuçlarındaki istatistiksel anlamlılıklar, %5 ve %1 anlamlılık düzeylerine göre belirlenmiştir.

### SICAKLIK İNDİSLERİ

Türkiye matematik konumu nedeniyle yaz ve kış mevsimlerinde farklı hava kütlelerinin etkisi altında kalır. Matematik konumu nedeniyle oluşan mevsimlik farklılıklar coğrafi konum etkisiyle kuvvetlenerek artmaktadır (ÇİÇEK, 2000). Türkiye’deki sıcaklık dönemleri birbirinden farklı eşik değerler kullanılarak birçok araştırmacı tarafından incelenmiştir (ERİNÇ ve SUNGUR, 1964; ÇİÇEK, 2000; ŞENSOY, 2008; ERLAT ve YAVAŞLI, 2009; ÜNAL vd., 2012; TOROS, 2012).

Klimatoloji ve meteorolojide sıcaklıkla ilgili kullanılan sayılı günlerden bazıları şunlardır; tropikal gün, yaz günü, donlu gün, kış günü vb. Bu çalışmada,  $\geq 25^\circ$  ve  $< 30^\circ$  aralığındaki sıcaklıklar yaz günü,  $\geq 30^\circ$  günler ise tropikal gün olarak değerlendirilmiştir (HUTH vd., 2000; KYSELY, 2002).

### Türkiye’de Sıcak Günlerin Alansal Dağılışı

Türkiye genelinde yaz sıcaklıkları, birçok fiziksel etmene bağlı olarak değişkenlik gösterir. Sıcaklıkların alansal farklılık göstermesindeki en temel ölçüt, istasyonun aldığı güneş radyasyonudur. Güneşten gelen kısa dalga boylu radyasyon mevsimsel ve alansal farklılıklar gösterir.

Türkiye yaz mevsiminde gözlenen yaz günü ve tropikal gün sayıları da başta güneş radyasyonu olmak üzere, enlem, havadaki nem miktarı, yükselti ve yılın sıcak döneminde etkili olan hava kütlelerine bağlı olarak alansal farklılıklar gösterir (ERİNÇ, 1996; KOÇMAN, 1993; ERLAT ve YAVAŞLI, 2009). Bu farklılıkların yaşanmasında bakı özellikleri de etkili bir coğrafi faktördür.

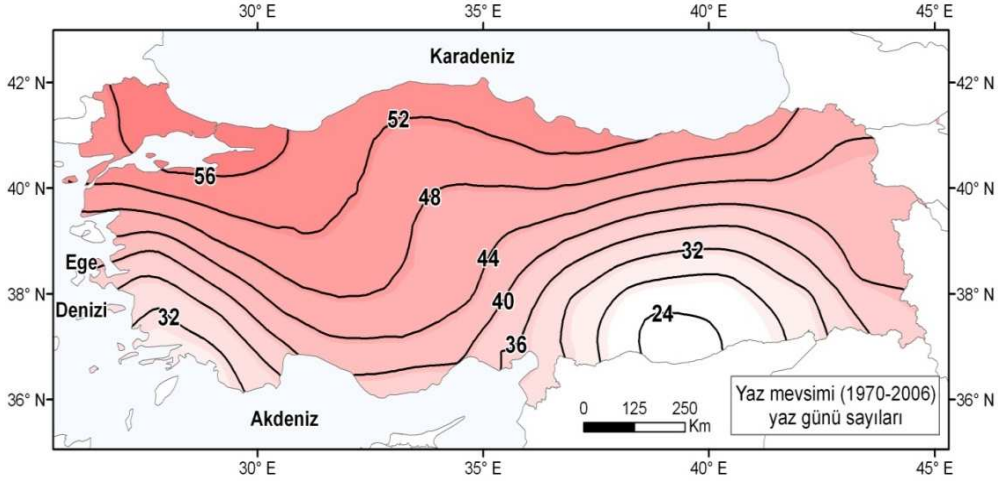
1970-2006 dönemi yaz mevsimi için hesaplanan yaz günü sayıları 5.4 ile 74.6 aralığındadır. Yaz günü sayıları, Güneydoğu Anadolu’dan, Marmara Bölgesi’ne doğru artar.

Güneydoğu Anadolu ve çevresinde 1970-2006 dönemindeki ortalama yaz günü sayıları 5.4-40 aralığında gerçekleşmiştir.

Akdeniz ile Ege Bölgesi’nin güneybatı kıyılarında yaz günü sayıları 32-40 gün aralığında gerçekleşir. İç Anadolu Bölgesi’nin batısında ve Kazdağlarının kuzeyinde yaz günü sayısı 48 güne ulaşır. Karadeniz Bölgesi’nde 48-52 gün aralığında olan yaz günü ortalaması, Batı Karadeniz Bölümü, İstanbul ve Trakya çevresinde ise 70 günden fazladır. Türkiye yaz günü sayıları ortalaması, yaz mevsiminde en yüksek sıcaklıklarının yaşandığı alanlara doğru azalma gösterir.

Günlük maksimum sıcaklıklarındaki en yüksek yaz günü sayıları, Türkiye’nin kuzeyi ve kuzeydoğusunda görülmektedir. Marmara Bölgesi’nin yaz günü sayıları Karadeniz Bölgesi’nden 4-6 gün daha fazladır. Azor yüksek basıncı ve Basra alçak basıncının yaz mevsimindeki konumlarına göre kuvvetlenen ya da zayıflayan Etezyen rüzgarları bu alandaki etkili sistemdir. Etezyen rüzgarlarıyla, Marmara Bölgesi’nde yaz mevsimleri oldukça serin geçer. Bu nedenle, yaz günü sayıları bu alanda yüksektir. Aynı zamanda denizden gelen nemli hava kütleleri de serinletici etki gösterir ve günlük maksimum sıcaklıkların Karadeniz ve Marmara Bölgeleri’nde daha serin geçmesini sağlar. 1970-2006 dönemi dikkate alındığında, Marmara Bölgesi çevresinde yaz mevsimi sıcaklıkları Türkiye geneline göre daha çok  $\geq 25^\circ\text{C}$  ve  $< 30^\circ\text{C}$  aralığında gerçekleşmektedir (Şekil 2).

Günlük maksimum sıcaklıklarda,  $30^\circ\text{C}$ ’den büyük günler tropikal gün olarak değerlendirildiği için yüksek sıcaklıkların görüldüğü Akdeniz ve Güneydoğu Anadolu Bölgeleri’nde tropikal gün sayıları, yaz günü sayılarından yüksektir. Bu bölgelerde yaz günü sayıları 24-44 gün aralığında gerçekleşmektedir. Yaz mevsimi sıcaklıkları  $30^\circ\text{C}$  ve üzerinde olan alanlarda yaz günü sayıları azalır. Güneydoğu Anadolu, Akdeniz ve Ege Bölgeleri yüksek günlük maksimum sıcaklıkları nedeniyle yaz günü sayılarının Türkiye geneline göre daha az görüldüğü alanlardır.



**Şekil 2:** Günlük maksimum sıcaklıklardaki ortalama yaz günü sayılarının alansal dağılışı (yaz günü sayıları düz çizgi ile gösterilmiştir).

**Figure 2:** Spatial distribution of the numbers of summer day in daily maximum temperature (summer day numbers shown by the solid-line).

Uzun yaz mevsimi, 1970-2006 dönemi tropikal gün sayılarının alansal dağılışı yaz günlerinden oldukça farklılık gösterir. Tropikal günlerin en az görüldüğü alan, 10 gün ile Karadeniz Bölgesi'dir. Özellikle, kıyı şeridi boyunca Doğu Karadeniz Bölümü'nün iç kesimlerinde tropikal gün sayıları 20 gün ve üzerindedir. Orta ve Batı Karadeniz Bölümleri'nde ise uzun süreli ortalama göre tropik günler 10-20 gün civarındadır. Tropikal gün sayıları, Türkiye'nin kuzeyinde Karadeniz Bölgesi'nden güneyinde Güneydoğu Anadolu ve Akdeniz kıyıları ile Ege Bölgesi'nin güneybatı kesimlerine doğru 80 günden 110 gün ve üzerine ulaşır. Yaz mevsiminde ortalama 30 gün ve üzerinde tropikal gün yaşanan alanlar, Doğu Anadolu'da Van istasyonundan başlayarak Erzurum-Kars Bölümü, İç Anadolu Bölgesi'nin kuzeyi ve Marmara Bölgesi'nin doğusuna kadar uzanır. Burada Ankara ve çevresinde tropikal gün sayıları 50'ye yükselir. Ortalama tropikal gün sayıları, Trakya ve Iğdır çevresinde 60, Ege Bölgesi'nde 70-100 gün civarındadır. Uzun yıllık ortalama tropikal gün sayıları Akdeniz kıyılarında 90-100 gün, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ise 90-110 gün ve üzerinde gerçekleşir (Şekil 3).

Günlük maksimum sıcaklıklardaki yaz ve tropikal gün sayıları arasında negatif bir ilişki vardır. Minimum tropikal gün sayıları ve maksimum yaz günü sayılarının gözlendiği bölgeler arasında alansal bir tutarlılık vardır. Yaz mevsimindeki günlük maksimum sıcaklıklar, Marmara ve Kuzey Ege'de etezyen rüzgarının etkisi, Karadeniz kıyılarının ise kuzeyli hava kütlelerine açık olması nedeniyle, Türkiye'nin güneyine göre daha düşüktür. Türkiye'nin güney bölümü, yaz mevsiminde daha çok subtropikal dolaşımın etkilerine açıktır. Tropiklerarası yaklaşım kuşağının (ITCZ) ve muson dolaşımının kontrolündeki hava akışları Türkiye'nin özellikle güneydoğusuna sıcak ve kurak hava koşullarını taşır. Özellikle, Güneydoğu Anadolu ve çevresinde kurak samyeli rüzgarı, karasallık özelliğini oldukça artırır.

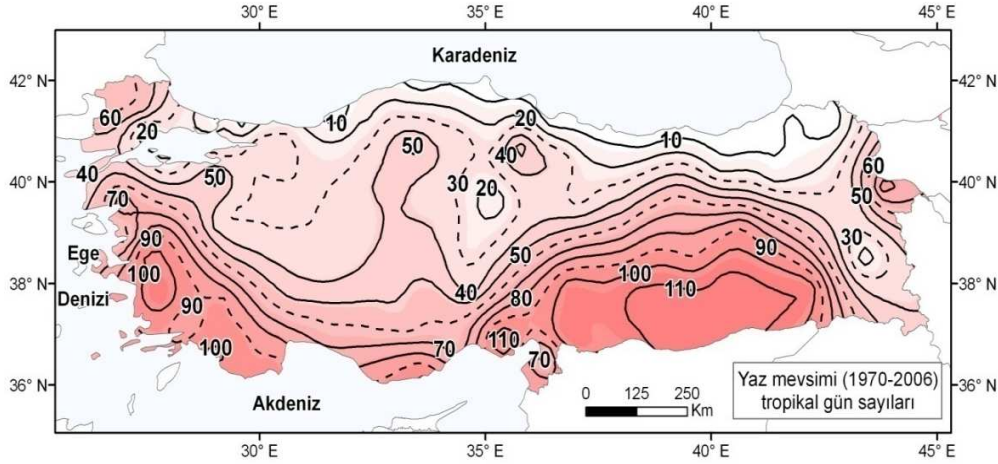
Değişim katsayısı, sıcaklık verilerinin uzun süreli ortalama ya yakın saçılmalar gösterdiği istasyonlarda düşük, sıcaklık verilerinin uzun süreli ortalama uzak, genliğin

fazla olduğu istasyonlarda ise yüksektir. Uzun yaz mevsimi, yaz günü sayılarındaki yıllararası değişkenliğin en düşük olduğu alan %15 DK (Değişim Katsayısı) ile Marmara Bölgesi'nin güneydoğusunda Bursa, Bilecik, Kütahya istasyonlarıdır. DK'larının Marmara Bölgesi, Trakya'nın güney kıyıları ve Çanakkale çevresinde %15-20 aralığında olması yaz günü sayılarının Türkiye'nin güneyine göre çok uç değerler içermeden, ortalama çevresinde saçıldığını gösterir. %20-25 değişkenliğin gözlendiği Karadeniz ve İç Anadolu Bölgeleri, Ağrı, Van istasyonları çevresi ile Nevşehir, Aksaray çevresi Marmara Bölgesi ile benzer özellik gösterir. Bu alanlarda yaz günü sayılarındaki yıllararası değişkenlik Türkiye'nin güneyine göre daha azdır.

Türkiye'nin tüm güney kıyıları boyunca, yaz günü sayılarındaki değişkenlik %30'un üzerindedir. Özellikle, Güneydoğu Anadolu'da %44-50, Ege Bölgesi'nde Aydın, Muğla, Bodrum çevresi %40-45 ile Türkiye'nin en yüksek değişkenliğe sahip alanlarıdır (Şekil 4).

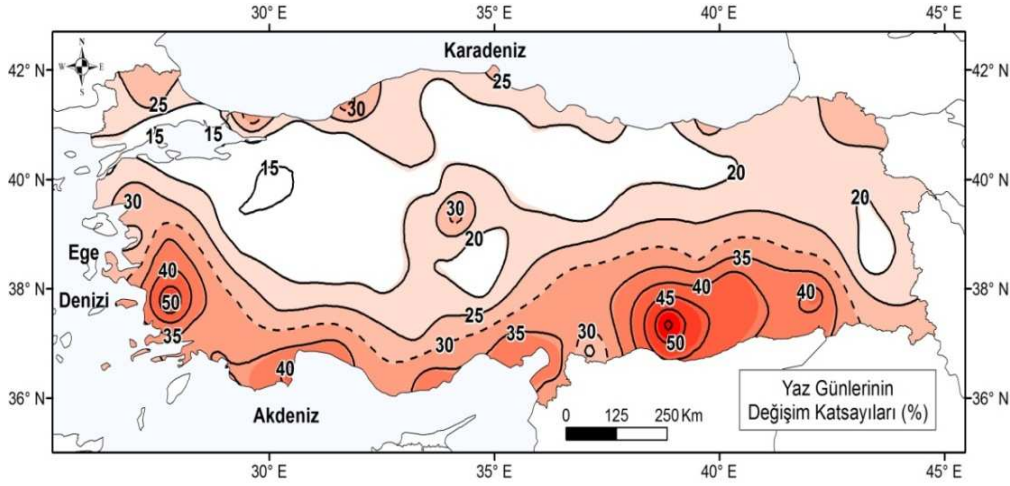
Bu alanlardaki yüksek değişkenlik, özellikle sıcaklıklarında gözlenen artış eğilimleri ile birlikte değerlendirildiğinde anlamlıdır. Yaz mevsimi sıcaklıklarındaki uzun süreli artış eğilimleri, Türkiye'nin güneyinde oldukça belirgindir. Sıcaklıklardaki artış eğilimleri, özellikle Güneydoğu Anadolu ve Ege Bölgesi'nin güney kıyıları çevresinde yaz mevsimi boyunca yaz günü sayılarının giderek azalması ve tropikal gün sayılarının artması, yaz günü sayılarındaki değişkenliğin en önemli nedenleridir.

Tropikal gün sayılarındaki değişkenlik, yaz günü sayılarındaki değişkenliği destekleyici niteliktedir. Ege Bölgesi'nde yaz günü sayılarındaki değişkenlik en yüksek değerlerine Aydın, Muğla ve Bodrum çevresinde ulaşır. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde ise Şanlıurfa, Diyarbakır, Adıyaman, Elazığ, Siirt tropikal gün sayılarında yıllararası değişkenliğin en düşük olduğu istasyonlardır. Bu alanlar çevresinde DK'sı yaklaşık %10'dur. Akdeniz kıyılarında DK %20, İç Anadolu Bölgesinde %30-50 ve Karadeniz Bölgesinde %70-120'dir (Şekil 5).



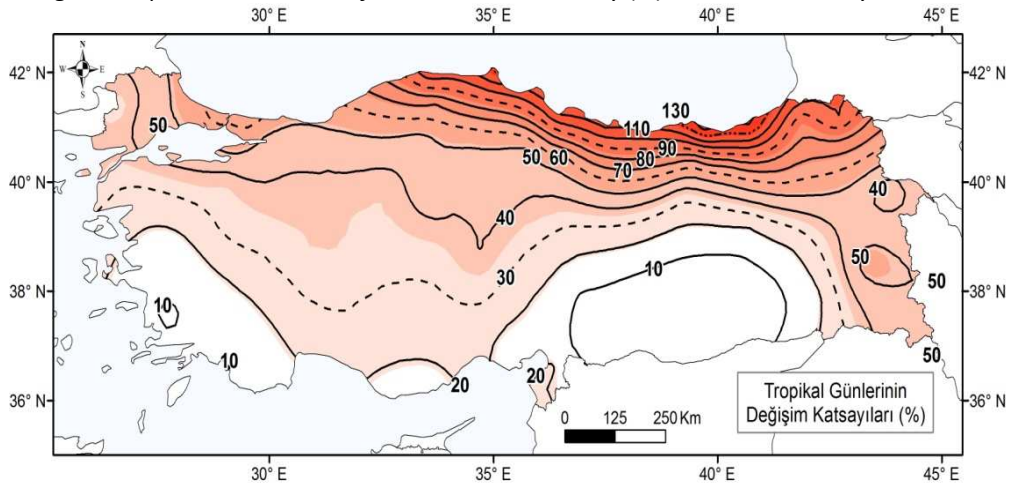
**Şekil 3:** Uzun yaz mevsimi maksimum sıcaklıklarındaki ortalama tropikal gün sayılarının alansal dağılışı (tropikal gün sayıları düz çizgi ile gösterilmiştir).

**Figure 3:** Spatial distribution of the numbers of summer day in daily maximum temperature (tropical day numbers shown by the solid-line).



**Şekil 4:** Yaz günü sayılarındaki yıllararası değişkenliğin (%) alansal dağılışı.

**Figure 4:** Spatial distribution of inter-annual variability (%) in the summer day numbers.



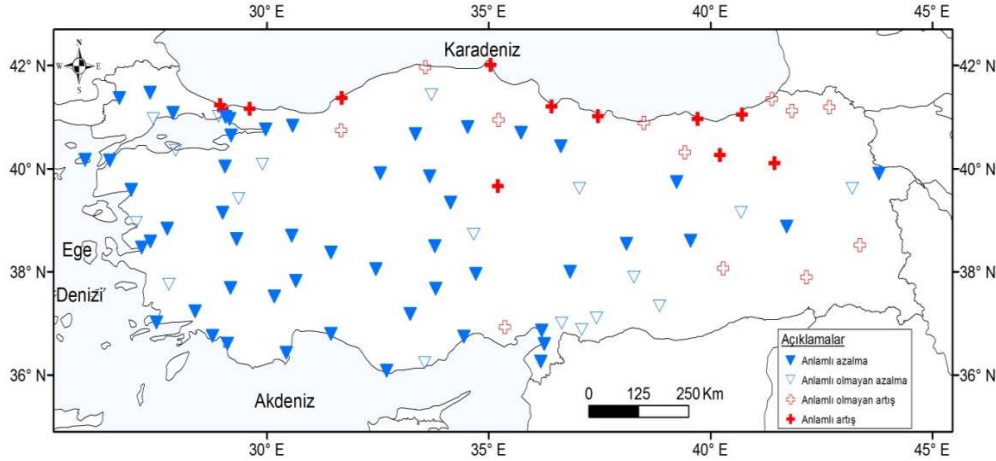
**Şekil 5:** Tropikal gün sayılarındaki yıllararası değişkenliğin (%) alansal dağılışı.

**Figure 5:** Spatial distribution of inter-annual variability (%) in the tropical day numbers.

### Yaz Günü ve Tropikal Gün Sayılarında Gözlenen Eğilimler

Uzun yaz mevsimi yaz günü sayıları, genel olarak azalma yönünde bir eğilim içerir. Azalma eğilimleri, istasyonların çoğunda istatistiksel olarak anlamlıdır. Türkiye'nin batı yarısındaki azalma eğilimleri belirgin bir bölgesellik gösterir.

Batı Anadolu özellikle son yıllarda yüksek sıcaklıkların yaşandığı ve yaz sıcaklıklarında artış eğilimlerinin kuvvetli olduğu bir alandır. Batı Anadolu çevresindeki yaz günü sayılarında azalma eğilimi  $\geq 30^\circ\text{C}$  gerçekleşen yaz sıcaklıklarıyla ilgilidir. Aydın, Dikili, Bilecik, Kütahya ve Akdeniz Bölgesi'nde Silifke istasyonlarında azalma eğilimleri istatistiksel olarak anlamlı değildir (Şekil 6).



**Şekil 6:** Yaz günü sayılarındaki uzun süreli eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki analizine göre 91 istasyondaki coğrafi dağılımları.

**Figure 6:** Geographical distribution of the long-term trends of the numbers of summer day at 91 stations to Mann-Kendall rank correlation test.

Marmara Bölgesi'nin Karadeniz kıyılarında yer alan Kumköy ve Şile istasyonları yaz günü sayıları bakımından genel azalma eğiliminden farklı olarak, anlamlı artış eğilimleri gösterirler (Şekil 6). Bu istasyonların, yaz günü sayıları ve yaz günlerindeki  $DK'$ ları Marmara Bölgesi'nde bu istasyonlara komşu diğer istasyonlardan daha yüksektir.  $DK'$ larının Kumköy ve Şile'de %30'a ulaşması, istasyonların yaz günü sayılarındaki yıldan yıla artış eğilimi içermesiyle açıklanabilir.

Benzer şekilde, Karadeniz Bölgesi'ndeki yaz günü sayılarındaki yüksek  $DK'$ ları, istasyonların sahip olduğu artış yönündeki eğilimlerle ilişkilidir. Karadeniz kıyılarında özellikle Doğu Karadeniz Bölümü yaz günü sayılarının 1970-2006 döneminde kuvvetli olarak arttığı, daha yüksek yaz sıcaklarının görüldüğü alana karşılık gelir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde Diyarbakır, Siirt ve Van istasyonları yaz günü sayılarında anlamlı olmayan zayıf bir artma eğilimi vardır. Bu alan da yaz günü sayıları bakımından çevrelerinden farklı olarak yüksek değişkenliğe sahiptir.

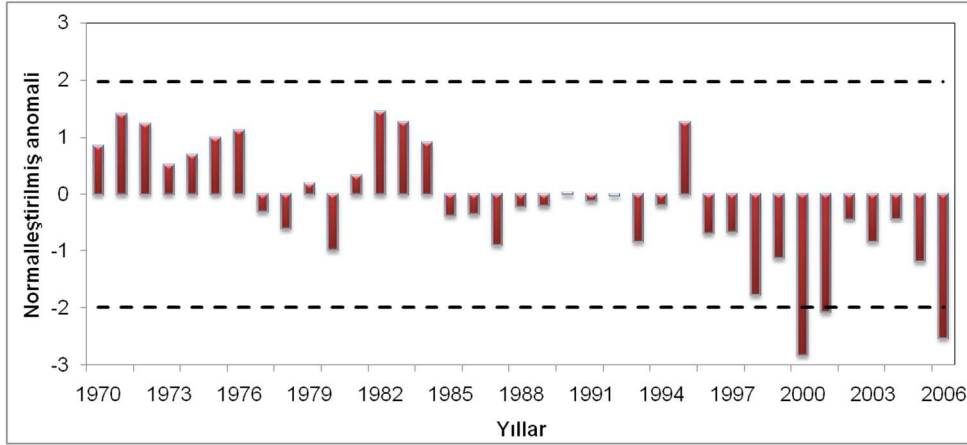
1970-2006 dönemi, yaz mevsimi günlük maksimum sıcaklıklarındaki yaz günü sayıları yıllara göre değişkenlik gösterir. 1980'lerin ortalarından itibaren Türkiye genelinde değişiklik belirgindir. 1970'lerin başından, 1980'lerin ortalarına kadar yaz günü sayıları ortalamanın üzerinde gerçekleşmiştir. 1977 (-0.3), 1978 (-0.6) ve 1980 (-1) yılları yaz mevsimindeki yaz günü sayıları ortalamanın altında yer alır. 1982 (1.5), yaz günleri için belirlenen sıcak periyotta en yüksek değere sahip yıldır. Yaz günü sayıları sırasıyla 1982 (1.5) ve 1971 (1.4) yıllarında en yüksek değerlerine ulaşır.

1985 yılından itibaren Türkiye genelinde yaz günü sayılarında yıldan yıla azalma egemendir. 1995 yazı (1.3), azalma eğilimlerinin egemen olduğu bu dönemdeki en yüksek yaz günü anomalisine sahiptir (Şekil 7).

1985'den beri görülen azalma, 1990'ların sonundan itibaren kuvvetlenir. 1990'ların sonundan itibaren yaşanan yaz günü sayıları uzun süreli ortalamanın altında gerçekleşmiştir. Yaz günleri anomalilerinin en az olduğu yıllar sırasıyla 2000 (-2.8), 2006 (-2.5) ve 2001 (-2.1) yıllarıdır.

Son dönemlerde yaz günü sayılarında görülen azalma eğilimleri, Türkiye genelinde yaz sıcaklıklarında yaşanan artış eğilimleriyle ilgilidir. Ayrıca, son yıllarda Doğu Akdeniz havzası genelinde sıcak hava dalgalarının artması ile gerçekleşen ekstrem yüksek sıcaklıklar yaz günü sayılarının azalmasına buna karşın tropikal gün sayılarının ise artmasına neden olmaktadır. Yaz mevsiminde her geçen yıl ekstrem sıcak gün sayıları artmakta böylece yaz günü yerine daha çok tropikal günler yaşanmaktadır.

Türkiye yaz mevsimi günlük maksimum sıcaklıklarındaki tropikal gün sayıları genel olarak artış gösterir. Tropikal gün sayılarındaki eğilimler, Türkiye ortalama, minimum ve maksimum sıcaklıklarında gözlenen ısınma yönündeki eğilimlerle benzerlik gösterir. Özellikle, Türkiye'nin batı yarısındaki bölgesel artış eğilimleri, tropikal günlerde de oldukça belirgindir. Marmara ve Ege Bölgeleri eğilimlerin en belirgin olduğu alanların başında gelir. Bandırma ve Dikili istasyonlarında artış eğilimleri zayıftır. Bu istasyonlar dışında Batı Anadolu'da tropikal gün sayıları istatistiksel olarak anlamlı artış gösterir.



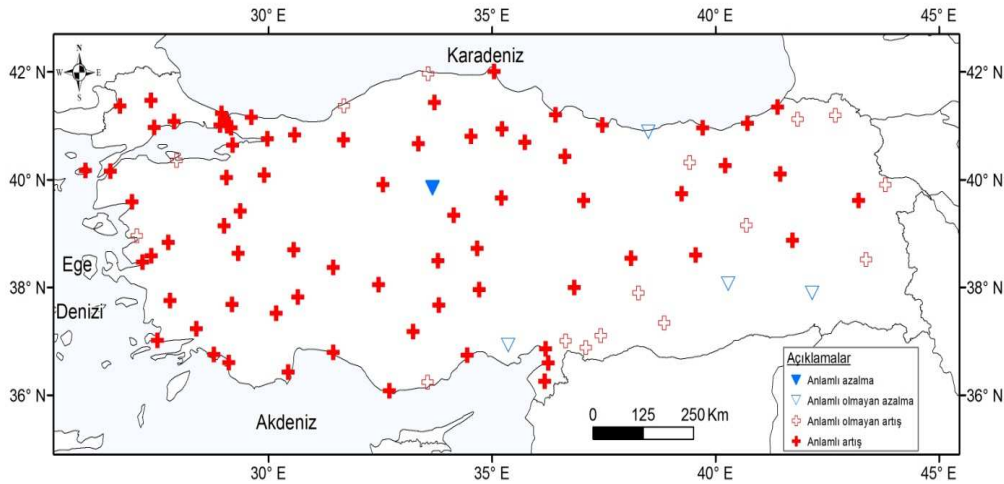
**Şekil 7:** 1970-2006 dönemi yaz mevsiminde gözlenen yaz günü sayılarındaki yıllararası değişim.  
**Figure 7:** Inter-annual changes of observed summer day numbers in the period of 1970-2006.

İç Anadolu Bölgesinde Kırıkkale istasyonundaki anlamlı azalma eğilimi, bölgesel olarak bir zıtlık içerir. Bu istasyondaki homojen olmama durumu istasyonun yerinin değiştirilmesiyle ilgili olabilir. Akdeniz Bölgesi’nde, tropikal gün sayılarında Adana zayıf bir azalma eğiliminin, Silifke ise anlamlı olmayan zayıf artışın yaşandığı istasyonlardır. Bölge genelinde artış eğilimi egemendir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi, tropikal günlerde genel olarak anlamlı olmayan zayıf artışlarına sahiptir. Zayıf artış eğilimleri, bu alandaki düşük değişkenlik katsayısıyla da yakından ilgilidir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi tropikal gün sayılarındaki yıllararası değişkenliğinin düşük olması, yüksek değişkenlik gösteren alanlardan daha zayıf artış eğilimlerinin görülmesine neden olur. Diyarbakır ve Siirt anlamlı olmayan azalma eğilimi içerir. Hatay, Dörttyol ve İskenderun istasyonları tropikal gün sayılarında artışın kuvvetli olduğu istasyonların başında gelir.

Adana, Diyarbakır ve Siirt istasyonları, yaz günü sayılarında anlamlı olmayan zayıf bir artma, tropikal gün sayılarında ise anlamlı olmayan azalma eğilimleri içerir.

Bu istasyonlar, buldukları alanlar ve bölgesel özellikleriyle birlikte değerlendirdiğinde uyumlu bir eğilim içermektedirler. Bu istasyonların yakın çevrelerinde gözlenen eğilimlerden farklılık göstermesi, istasyon yerinin değişmesi, gözlem alanındaki değişiklikler (şehirleşme vb. etkiler) ve gözlem aletindeki değişiklikler gibi nedenlerle gerçekleşmiş olabilir.

Türkiye’nin doğusunda, Ağrı, Muş, Elazığ, Malatya, Erzurum, Bayburt, Erzurum istasyonlarında tropikal gün sayılarının istatistiksel olarak kuvvetli bir artış eğilimi egemendir. Karadeniz Bölgesi istasyonlarında, tropikal gün sayılarındaki artış eğilimi dikkat çekicidir. Özellikle, Hopa, Rize, Trabzon, Ordu, Samsun ve Sinop tropikal gün sayılarında kuvvetli artışın olduğu istasyonlardır. Bu istasyonların büyük bir kısmında hem yaz günü, hem tropikal gün sayılarındaki eğilimler Karadeniz Bölgesinin yaz mevsiminde belirgin bir sıcaklık artışı içerdiğini gösterir. Karadeniz Bölgesindeki yaz günü ve tropikal gün sayılarındaki artış eğilimleri, bu alanın genel atmosfer dolaşımına bağlı ekstrem olayların artmasıyla ilgilidir (Şekil 8).



**Şekil 8:** Tropikal gün sayılarındaki uzun süreli eğilimlerin Mann-Kendall sıra ilişki analizine göre 91 istasyondaki coğrafi dağılımları.

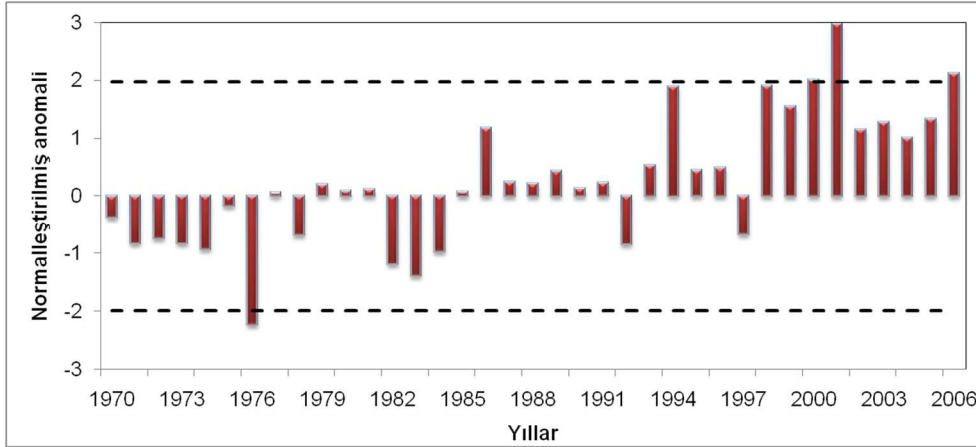
**Figure 8:** Geographical distribution of the long-term trends of the numbers of tropical day at 91 stations to Mann-Kendall rank correlation test.

Türkiye genelinde, tropikal gün anomalileri 1970-2006 dönemi içinde yıldan yıla artış gösterir. 1970'lerden 1980'lerin ortalarına kadar tropikal gün anomalilerinde genel olarak azalma, 1985'den sonra ise belirgin bir artış eğilimi görülür (Şekil 9).

1976 (-2.2), tropikal günlerdeki en yüksek negatif anomalinin görüldüğü yıla karşılık gelir. Tropikal gün anomalileri, 1985 yılından sonra 1992 ve 1997 yılları dışında pozitif anomali içerir. Pozitif anomaliler en yüksek değerlerine sırasıyla 2001 (3), 2006 (2.1), 2000 (2), 1998 (1.9) ve 1994 (1.9) yıllarında ulaşır. 1998-2006 dönemi tropikal gün ano-

malilerinin ortalamasının üzerinde olduğu sıcak periyodu temsil eder.

Yaz günü ve tropikal gün anomalileri, Türkiye yaz sıcaklıklarının 1970-2006 dönemi boyunca farklı iki döneme sahip olduğunu gösterir. 1985'lere kadar Türkiye yazları genel olarak 25° ile 29.9°C aralığındadır. 1985'ten sonra ise daha yüksek sıcaklıkların yaşandığı bir dönem egemendir. Bu dönemde, yaz günlerindeki azalma yerini tropikal gün sayılarında artışa bırakır. Genel olarak, Türkiye'de yaz sıcaklıkları 1985'ten sonra 30°C ve üzerinde olma yönünde bir eğilim gösterir.



Şekil 9:1970-2006 dönemi yaz mevsiminde gözlenen tropikal gün sayılarındaki yıllararası değişim.

Figure 9: Inter-annual changes of observed tropical day numbers in the period of 1970-2006.

## SONUÇLAR

Bu çalışmada, uzun yaz mevsimi yaz günü ve tropikal gün sayılarındaki yıllararası değişim ve eğilimleri incelenmiştir.

Tropikal ve yaz günleri için istasyonlar bazında hesaplanan değişim katsayıları (DK), istasyonların sıcaklık verilerindeki uzun süreli ortalama üzerinde saçılmalarına bağlı olarak bölgelere göre değişiklik gösterir. Uzun yaz mevsimi yaz günü sayılarındaki yıllararası değişkenliğin en düşük olduğu alan, %15 ile Marmara Bölgesi'nin güneydoğusunda Bursa, Bilecik, Kütahya istasyonlarıdır. Türkiye'nin tüm güney kıyıları boyunca DK'lar %30'un üzerindedir. Güneydoğu Anadolu'da %44-50, Ege Bölgesi'nde Aydın, Muğla, Bodrum çevresinde %40-45 DK ile Türkiye'nin en yüksek değişkenliğe sahip alanlarıdır.

Tropikal gün sayılarındaki değişkenlik, yaz günü sayılarındaki değişkenliği destekler niteliktedir. Ege Bölgesi'nde yaz günü sayılarındaki değişkenliğin en yüksek olduğu alan Aydın-Muğla-Bodrum çevresidir. Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde, Şanlıurfa, Diyarbakır, Adıyaman, Elazığ, Siirt istasyonlarında tropikal gün sayılarının yıldan yıla değişkenliği %10, Akdeniz kıyılarında %20, İç Anadolu Bölgesi'nde %30-50 ve Karadeniz Bölgesi'nde %70-120 civarındadır.

Mann-Kendall sınavına göre, Türkiye'nin yaz günü sayılarında genel olarak azalma, tropikal gün sayılarında artış yönünde bir eğilim egemendir. Yaz günlerindeki azalma eğilimleri, istasyonların çoğunda istatistiksel olarak anlamlıdır. Özellikle, Türkiye'nin batı yarısındaki azalma eğilimleri belirgin bir bölgesellik gösterir.

1970-2006 döneminde Türkiye genelinde yaz günü sayılarındaki anomaliler, 1970'den 1980'lerin ortalarına kadar pozitifdir. 1985 yılından itibaren anomali değerleri uzun süreli ortalamasının altında yer alır. 1985'den itibaren Türkiye genelinde yaz günü anomalilerindeki azalma, 1990'ların sonundan itibaren kuvvetlenir.

Tropikal gün sayıları, ülke genelinde artış yönünde bir eğilim içerir. Özellikle, Marmara, Ege, Akdeniz ve İç Anadolu Bölgeleri eğilimlerin en belirgin olduğu alanlardır. Bu bölgelerdeki artışlar, istatistiksel olarak anlamlıdır. 1970-2006 döneminde, Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde tropikal gün sayıları istatistiksel olarak anlamlı olmayan zayıf artış içerir. Karadeniz Bölgesi istasyonlarında tropikal gün sayılarındaki artış eğilimi dikkat çekicidir. Özellikle, Doğu Karadeniz Bölümü'nde yer alan istasyonlarda tropikal gün sayılarında artışlar oldukça belirgindir.

Türkiye genelinde en az tropikal ve yaz gününe sahip olan yıllar sırasıyla 1976, 1997, 1978, 1983 ve 1992 yazlarıdır. 1970-2006 döneminde, en az yaz günü ve tropikal gün 1976 yılında gerçekleşmiştir. Türkiye genelinde, tropikal ve yaz günü sayılarının toplam olarak en fazla yaşandığı ilk beş yıl sırasıyla 2001, 1994, 1998, 1999 ve 2006 yıllarıdır. Türkiye genelinde 1990'lardan itibaren en sıcak yaz mevsimleri yaşanmıştır. 1970-2006 dönemi için ekstrem sıcak günlerin en belirgin olduğu yıl 2001'dir. Bu değerlendirmelere göre, Türkiye genelinde yaz mevsimi sıcaklıklarında artış eğilimleri ekstrem sıcak gün sayılarının da giderek artmasıyla ilgilidir.



Türkiye’de yaz günü ve tropikal gün sayılarında görülen bu eğilimlerin, küresel iklim değişikliğine bağlı süreçlerle paralellik taşıması yanında, özellikle kentsel alan yoğunluğunun arttığı, çevresel degradasyonun da artışına bağlı olarak önemli yüzey değişikliklerinin yaşandığı batı bölgelerinde görülen tropikal gün sayılarındaki kuvvetli artışı, atmosferik dolaşım koşullarına bağlı olarak oluşan sıcak hava dalgaları çerçevesinde ele almak mümkündür. Ayrıca, Akdeniz havzasında sıcak hava dalgalarının frekans ve şiddetindeki artışlara bağlı olarak ekstrem sıcak günler son yıllarda daha sık yaşanmakta ayrıca sıcak hava dalgasının etkili olduğu günler de artmaktadır.

Bununla birlikte özellikle Doğu Karadeniz kıyılarında maksimuma ulaşan tropikal gün sayılarındaki artışı ise, küresel

süreçlerin etkisi altında özellikle 2000’li yılların başından itibaren artan yaz anomalileri ile ilişkilendirmek mümkündür.

Buna göre bir yandan doğal iklim süreçleri çerçevesinde gelişen değişimler ile diğer yandan insan etkisi ile ortaya çıkan yerel farklılıklar neticesinde şiddeti artan değişimler, Türkiye üzerinde bölgesel anlamda farklılıklar yaratmaktadır. Türkiye gibi büyük bir alana yayılmış, yükselti, orografi, karasallık-denizellik gibi coğrafi faktörlerin etkisinde iklimi çeşitlenmiş bir ülkede, iklim süreçlerinde görülen değişimin farklı karakterler taşıması bu açıdan olağan bir durum olarak görülebilir.

## KAYNAKLAR

- BENISTON, M. and DIAZ, H.F. (2004). “The 2003 heat wave as an example of summers in a greenhouse climate? Observations and climate model simulations for Basel Switzerland”, *Global and Planetary Change* 44: 73-81.
- BENISTON, M., STEPHENSON, D.B., CHRISTENSEN, O.B., FERRO, C.A.T., FREI, C., GOYETTE, S., HALSNAES, K., HOLT, T., JYLHA, K., KOFFI, B., PALUTIKOF, J., SCHOLL, R., SEMMLER, T., WOTH, K. (2007). “Future extreme events in european climate: an exploration of regional climate model projections”, *Climatic Change*, 81: 71-95.
- ÇİÇEK, İ. (2000). “Türkiye’de Termik Dönemlerin Yayılışı ve Süreleri”, *Ankara Üniversitesi DTC Fak., Fakülte Dergisi*, 40: 189-212.
- DOMONKOS, P., KYSELY, J., RIOTROWICZ, K., PETROVIC, P., LIKSO, T. (2003) “Variability of extreme temperature events in south-central Europe during the 20th century and its relationship with large scale circulation”, *International Journal of Climatology*, 23: 987-1010.
- ERİNÇ, S. (1996). *Klimatoloji ve Metodları*, İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Yayınları No:276, ISBN: 975-8052-28-4, İstanbul.
- ERİNÇ, S. ve SUNGUR, K.A. (1964). “İstanbulda Hava Tipleri”, *İstanbul Üniversitesi Coğrafya Enstitüsü Dergisi*, 14: 76-98.
- ERLAT, E. ve YAVAŞLI, D.D. (2009). “Ege Bölgesi’nde tropikal gün ve yaz günü sayılarındaki değişim ve eğilimler”, *Ege Coğrafya Dergisi*, 18: 1-15.
- GÖNENÇGİL, B. ve İÇEL, N. (2010). “Türkiye’nin Doğu Akdeniz Kıyılarında Yıllık Toplam Yağışlarda Görülen Değişimler (1975-2006)”, *Türk Coğrafya Dergisi*, 55: 1-12.
- HAYLOCK, M. ve GOODESS, C. (2004) “Interannual variability of European extreme winter rainfall and links with mean large-scale circulation”. *International Journal of Climatology*, 24: 759-776.
- HUTH, R., KYSELY, J., POKORNA, L. (2000). “A GCM simulation of heat waves, dry spells, and their relationships to circulation”, *Climatic Change*, 46: 29-60.
- KENDALL, M.G. (1975). “Rank correlation methods”, Charles Griffin, Oxford, England, London, 199.
- KOÇMAN, A. (1993). “Türkiye iklimi”, Ege Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Yayınları No: 72, 975-483-212-9, İzmir.
- KYSELY, J. (2002). “Temporal fluctuations in heat waves at Prague-Klementinum, the Czech Republic, from 1901-97, and their relationships to atmospheric circulation”, *International Journal of Climatology*, 22: 33-50.
- MANN, H.B., (1945). “Non-parametric test against trend”, *Econometrika*, 13: 245-259.
- ŞENSOY, S., DEMİRCAN, M., ALAN, İ. (2008). “Trends in Turkey Climate Extreme Indices from 1971 to 2004”, In Third International Conference BALWOIS 2008, Ohrid, Republic of Macedonia.
- TOROS, H. (2012). “Spatio-temporal variation of daily extreme temperatures over Turkey”, *International Journal of Climatology*, 32:1047-1055.
- ÜNAL, Y.S., TAN, E., MENTEŞ, S. “Summer heat wave over western Turkey between 1965 and 2006”, *Theoretical and Applied Climatology*, 2012, DOI 10.1007/s00704-012-0704-0.
- VAUTARD, R., YIOU, P., D’ANDREA, F., De NOBLET, N., VIOVY, N., CASSOU, C., POLCHER, J., CIAIS, P., KAGEYAMA, M., FAN, Y. (2007). “Summertime European heat and drought waves induced by wintertime Mediterranean rainfall deficit”, *Geophysical Research Letters*, 34: L07711, doi: 10.1029/2006GL028001.

